OGGETTI
VANTAGGI E PIACERI
DELLA
SCIENZA

DISCORSO

DI

ENRICO BROUGHAM

CHE SERVÌ D'INTRODUZIONE

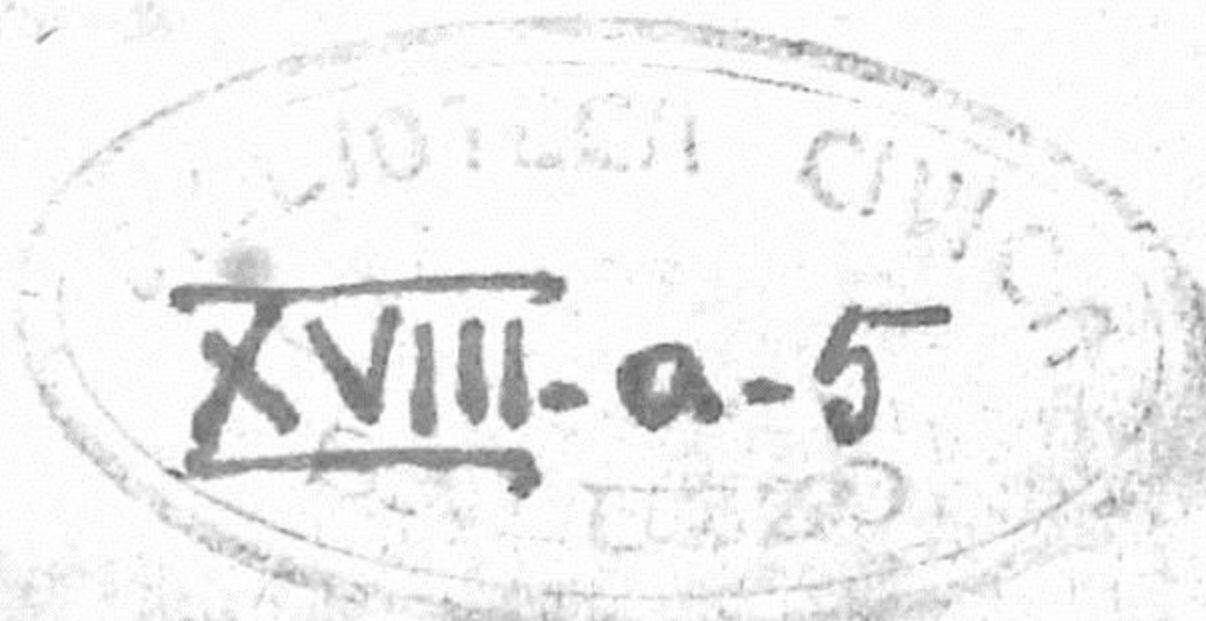
ALLA

LIBRERIA DELLE COGNIZIONI UTILI

PUBBLICATA PER CURA DELLO STESSO

PRIMA VERSIONE ITALIANA

DI

F. P.

TORINO
PER GIUSEPPE POMBA
1831.

IL TIPOGRAFO

EDITORE

Mi gode veramente l'animo di essere il primo a presentare all'Italia fedelmente tradotto dall'originale questo breve ma prezioso lavoro di uno dei più grandi uomini dell'Inghilterra, cui le eminenti sue prerogative rendettero non è guari degno del ministeriale potere. Egli, qual vero filantropo, conobbe il bisogno del popolo di essere, per così dire, condotto quasi a forza a procacciarsi l'istruzione necessaria a viemaggiormente progredire nell'incivilimento; e compose perciò un Trattatello in cui lo studio delle scienze vien posto in un aspetto tanto attraente, ch'egli è impossibile, dopo la lettura di quel libretto, di resistere all'impulso ch'e' dà verso l'istruzione. Tutte le scienze veggonsi in questo scritto collegate fra loro in modo

che dalle più semplici scaturiscono le complicate, che la cognizione di una fa nascere la brama di procedere in altre, e così via via finchè si giunga al punto nel quale pare assegnato il limite all' umano intelletto.

Più di sessanta mila esemplari in breve tempo si vendettero in Inghilterra di questo libro; esso venne tosto tradotto in varie lingue, e da per tutto fu accolto con istraordinario favore; solo nell' italiana lingua non erasi ancor recato; ed a tale mancanza ho stimato io di dover provvedere non già col farlo tradurre da altre versioni, ma dall' originale stesso come già ho detto. Possa anche fra noi ottenere l' incontro ch' e' merita, ed io, da ciò incoraggiato, non trascurerò mai di riprodurre co' miei torchi quelle opere che di certa utilità generale saranno giudicate.

OGGETTI
VANTAGGI E PIACERI
DELLA
SCIENZA

—

INTRODUZIONE

Per intendere pienamente i vantaggi ed i piaceri che si ricavano dalla cognizione d' una scienza qualunque, egli è necessario imparare quella scienza medesima; e non si potrebbe quindi far ben vedere di quanta utilità sia lo studio delle varie scienze finora coltivate dai filosofi, senza insegnare ogni ramo di esse. Ma se ne può dare un' idea molto distinta, spiegando la natura e gli oggetti di ciascuna scienza: si può dimostrare, per mezzo d' esempj, quanto sia utile e dilettoso apprendere una parte di qualsivoglia ramo di scienza; e si può quindi inferire quanto importi imparare il tutto.

Non è difficile dimostrar che l' imparare è vantaggioso, così per l' utilità, come pel piacere che reca. L' acquisto del sapere ha in se stesso qualche cosa positivamente gradevole a tutti gli uomini, — a tutti quelli, almeno, che non sono d'indole vilissima e bassissima. Quando vedete una cosa per la prima volta, voi derivate subito qual-

che piacere dalla sola novità di quella vista; la vostra attenzione è risvegliata, e voi desiderate d'avere di quella cosa una migliore conoscenza. Se è un articolo d' arte, come uno stromento od una macchina di qualunque specie, voi bramate subito sapere come sia fatto, come agisca, ed a che serva: se è un animale, donde venga, come viva, quali siano le sue inclinazioni, e generalmente, la sua natura e le sue abitudini. E sentite questo desiderio senza punto considerare che lo stromento o l'animale vi possano mai essere d'alcun uso in pratica; poichè non li vedrete forse mai più. Ma siete desideroso d' averne le maggiori notizie che potete, perchè vi sono nuovi e sconosciuti. Voi fate perciò delle ricerche, e avete care le risposte che ottenete, vale a dire, quell'acquisto di nuove cognizioni, quell' aumento del vostro sapere. Se vi accade rivedere quel medesimo stromento od animale, vi è grata la rimembranza di averlo veduto prima, e grato il pensare che già ne sapete qualche cosa. Se vedete un altro stromento od animale che in alcuni punti rassomigli a questo, ma che in certi altri punti ne differisca, voi trovate qualche soddisfazione nel paragonarli insieme, e nell' osservare in che cosa sono simili, ed in qual altra cosa sono dissimili l' uno dall' altro. Ebbene, tutta questa specie di compiacimento è d' una natura pura e disinteressata, e non ha alcuna relazione coi bisogni comuni della vita; cionnonstante, è un piacere, un godimento. Voi non ne diventate più ricco; non gratificate il vostro palato, od alcun altro appetito del corpo; ma vi trovate nondimeno tanta dolcezza, che paghereste qualche cosa, e

rinunziereste perfino a qualche godimento corporale per ottenerlo. Il piacere che si deriva dalla scienza è precisamente della medesima natura o piuttosto lo stesso. Perocchè, questo di cui si è ragionato non è poi altro che scienza, la quale nel suo più esteso significato vuol dir solamente *sapere*, e nel suo senso ordinario significa *sapere ridotto a sistema;* cioè, ordinato in modo da potersi facilmente insegnare, tenere a mente, ed applicare.

Gli usi pratici d'ogni scienza o ramo di sapere sono indubitatamente della più alta importanza; e non v'è forse uomo al mondo, che estendendo le sue cognizioni, non accresca le sue ricchezze ed i suoi agi. Ma v'è anche un piacere nell'osservare gli usi ai quali si può applicare il sapere, independentemente dalla parte che noi medesimi possiamo avere di quei benefizii pratici. È dolce esaminare la natura d'un nuovo stromento, o gli abiti d'un animale sconosciuto, senza considerare se debbano mai essere d'alcun uso a noi medesimi, od altrui. È dilettoso estendere le nostre ricerche, e trovare che lo stromento od animale è utile all'uomo, anche nel caso che noi medesimi non possiamo derivarne verun vantaggio: come, se gli abitanti di qualche paese lontano impiegassero l'animale a viaggiare: — anzi, quantunque noi non abbiamo verun desiderio di trar vantaggio da quella cognizione; come se trovassimo, per esempio, che lo stromento è utile in qualche pericolosa operazione chirurgica. Il mero compiacimento della propria curiosità; il sapere più quest'oggi che jeri; l'intendere chiaramente ciò che prima pareva oscuro ed intricato; la con-

templazione di verità generali, ed il confronto di cose differenti, è una piacevole occupazione della mente; ed oltre il godimento presente, innalza le nostre facoltà al di sopra delle inclinazioni vili, purifica ed affina le passioni, ed aiuta la nostra ragione a calmare la loro violenza.

È verissimo che le lezioni fondamentali della filosofia possono, a prima vista, presentare a molti un aspetto molto ributtante, perchè richiedono, ad essere comprese, uno sforzo d'animo alquanto più grande, sebbene non certamente di molto, che non è necessario ad intendere materie più ordinarie; ed i rami più importanti della filosofia, quelli che sono d' un' applicazione più generale, sono per questa stessissima ragione i meno facilmente seguiti, ed i meno divertevoli quando sono imparati, presentando alla mente poche particolarità od oggetti individuali. Oltreciò, nel discorrere di esse, non si useranno ora figure per assistere l'immaginazione; ci rivolgeremo alla ragione sola, senza cercare verun aiuto dai sensi. Ma non siate quindi predisposto contro la dottrina, chè il piacere d'imparare le verità sviluppate dalla filosofia è veramente sopra ogni prezzo. Prestate solamente un po' d' attenzione ai principii spiegati; e confidando che noi non addurremo niente che non tenda a qualche uso pratico, od a qualche dottrina importante, voi vedrete presto il valore delle lezioni che state imparando, e comincierete ad interessarvi nell'intenderle e ricordarvene; troverete che avete realmente imparato qualche cosa della scienza, mentre non vi siete occupato che a conoscerne i fini e gli oggetti: diverrete capace di calcolare da voi medesimo fino a che punto essa

meriti d'essere imparata, esaminandone solamente alcuni esempi: ne assaggierete un poco, per così dire, a vedere se vi piaccia o no, e se dobbiate cercarne di più; potrete procedere innanzi da voi medesimo, ed accrescere le vostre cognizioni; e dopo i primi passi voi v'inoltrerete tanto, che rivolgendovi addietro sarete maravigliato della distanza che avrete percorsa oltre il vostro primitivo sapere.

Le scienze si possono dividere in tre grandi classi: quelle che si riferiscono al *Numero* e *Quantità*, quelle che si riferiscono alla *Materia*, e quelle che si riferiscono alla *Mente*. Le prime sono chiamate *matematiche*, ed insegnano la proprietà dei numeri e delle figure; le seconde si chiamano *Filosofia Naturale*, ed insegnano le proprietà dei varii corpi che noi conosciamo per via dei nostri sensi; le terze sono chiamate *Filosofia Intellettuale* o *Morale*, ed insegnano la natura della mente, della cui esistenza noi abbiamo un'evidenza perfettissima nelle nostre riflessioni; o in altre parole, esse insegnano la natura morale dell'uomo, e come individuo, e come membro della società. La *Storia*, ossia il racconto dei fatti che hanno relazione ad ogni genere di sapere, sebben non sia nel numero delle scienze, è nulladimeno collegata con loro tutte, e loro ausiliaria.

I. SCIENZA MATEMATICA.

I due grandi rami delle *matematiche*, ossia le due scienze matematiche sono l'*Aritmetica*, scienza del numero, dalla parola Greca che si-

gnifica *numero*; e la *Geometria*, scienza della figura, dalle parole greche che significano *misura della terra*, — poichè la misura della terra fu appunto il primo motivo che gli uomini ebbero di rivolgere la loro attenzione a questa scienza.

Quando diciamo che 2 e 2 fanno 4, noi stabiliamo una proposizione aritmetica, molto semplice sicuramente, ma collegata con molte altre d'un genere più difficile e complicato. Così un' altra proposizione, un po' meno semplice, ma ancor molto ovvia, si è che 5 moltiplicato per 10 e diviso per 2, è uguale a 100 diviso per 4, essendo ambidue i risultati eguali a 25. Così, trovare quanti denari sono contenuti in 1000 lire, e quanti minuti in un anno, sono questioni d' aritmetica che impariamo a sciogliere, studiando i principj della scienza l' uno dopo l' altro, o secondo la loro comune appellazione, le *regole* dell' addizione, sottrazione, moltiplicazione e divisione. Si può dire che l' aritmetica è la più semplice delle scienze, sebbene sia pure una delle più utili; ma essa insegna solamente le proprietà di numeri particolari e conosciuti, e non ci rende atti che a sommare, sottrarre, moltiplicare, e dividere quei numeri. Ma supponete che noi desideriamo di sommare, sottrarre, moltiplicare e dividere numeri che non abbiamo ancora verificato, e servircene in ogni rispetto come se già li conoscessimo, per quindi arrivare a certe conclusioni a loro riguardo, e fra l' altre cose, per iscoprire quali essi siano: o supponete che volessimo esaminare delle proprietà che appartengono a tutti i numeri; questo si deve eseguire

con una sorta particolare d' aritmetica chiamata aritmetica *Universale*, ossia Algebra. *

L' aritmetica comune contiene i semi di questa scienza importantissima, siccome vedrete qui appresso. Così, supponete che cerchiamo qual sia il numero che moltiplicato per 5 fa 10. Si trova dividendo 10 per 5 — è 2: ma supponete che prima di trovare questo numero 2, e prima di sapere qual sia, noi volessimo sommarlo con qualche altro numero; questo si può solamente fare mettendo qualche segno, come sarebbe una lettera dell' alfabeto, in luogo del numero sconosciuto, e sommando quella lettera come se fosse un numero conosciuto. Così, supponete che abbiamo bisogno di trovare dei numeri che sommati insieme facciauo 9, e che moltiplicati l'uno per l'altro facciano 20. Ve ne sono molti che sommati insieme fanno 9; come 1 ed 8; 2 e 7; 3 e 6; e così via dicendo. Dobbiamo quindi rivolgerci alla seconda condizione, la quale vuole che moltiplicati l' uno per l' altro facciano 20, e lavorare sopra quella condizione prima che abbiano scoperto i numeri che si cercano. Bisogna dunque supporre d'averli trovati, e mettere in loro vece delle lettere, e ragionando sopra quelle lettere, secondo le due condizioni dell' addizione e della moltiplicazione, troveremo quel che debbono essere in figure per rispondere alle condizioni. L' algebra insegna le regole di condurre questo ragionamento, e di

* Algebra, dalle parole arabe che significano *riduzione di frazioni*; essendo gli Arabi che introdussero questa scienza in Europa.

ottenere il risultato con successo; e per questo mezzo, noi possiamo trovare dei numeri che non sono conosciuti, dei quali non sappiamo altro che le relazioni le quali essi hanno a numeri conosciuti, ovvero tra di loro. L' esempio ora preso è facile; e si potrebbe sciogliere agevolmente senza riflettervi sopra gran fatto; cioè provando varii numeri, e vedendo quali di essi adempiano le condizioni; poichè si vede chiaramente che 5 e 4 sono i due numeri cercati; ma non vedete questo per mezzo d' alcuna regola certa ed applicabile a tutti i casi, e non potreste quindi sciogliere nella stessa maniera delle questioni più difficili; perocchè anche quelle le quali non sono che di mediocre difficoltà farebbero perdere un tempo considerevole in prove ed in conghietture. Un pastore, per esempio, vendè la sua greggia per 80 luigi d' oro; e se avesse venduto quattro pecore di più per lo stesso danaro, avrebbe ricevuto un luigi di meno per ogni pecora. Coll'ajuto dell' algebra è facilissimo trovare di quante pecore la greggia consisteva; ma a volerlo sapere per mezzo dell' aritmetica comune, sarebbe necessario andare provando e conghietturando per qualche tempo: * e colle regole dell' algebra si possono sciogliere delle questioni infinitamente più difficili. Nello stesso modo, per mezzo dell' aritmetica si possono scoprire le proprietà di ogni numero in particolare; come, per esempio, che il numero 348 è esattamente divisibile per 3, senza lasciare niente di soprappiù: ma l'al-

* È 16.

gebra c' insegna che ve ne sono moltissimi altri, tutti divisibili per 3, ciascuno dei quali potete conoscere in un batter d' occhio; perchè essi hanno tutti la notevole proprietà, che se sommate insieme le cifre delle quali si compongono, la somma totale è divisibile per 3. Potete agevolmente verificarlo in qualsivoglia caso, come nel numero menzionato, perchè 3 e 4 sommati con 8 fanno 15, che è evidentemente divisibile per 3; e se dividete 348 per 3, avete 116 per quoziente, senza nessun resto. Ma questo non prova che ogni altro numero, la somma delle cui cifre è divisibile per 3 debba dividersi per 3 anch' esso, come 741; perchè in questo caso, come in qualunque altro, prima di giungere a conoscere che non lascia niente di soprappiù, è necessario veramente che facciate la divisione. L' algebra al contrario v' insegna a scoprire queste proprietà generali, ed a provarle in tutta la loro generalità. *

Per mezzo di questa scienza e delle sue varie applicazioni, si possono fare i calcoli più

* Per via dell' algebra si scopre anche un' altra classe di numeri divisibili per 3. Ogni numero composto di tre cifre che sono in progressione aritmetica (o superiori l' una all' altra di una medesima quantità), è divisibile per 3; come, 123, 789, 357, 159, e così innanzi. Lo stesso dicasi di tutti i numeri, che, qualunque sia la quantità delle loro cifre, vanno crescendo a differenze uguali, come 289, 299, 309, o 148, 214, 280, o 307142085345648276198756, il qual numero di ventiquattro cifre è divisibile per 3, essendo composto di sei numeri la cui differenza comune è 1137. Questa proprietà non è che un caso particolare d' una proprietà molto più generale.

straordinarii. Daremo per esempio il metodo dei *Logaritmi*, che procede sopra questo principio. Prendete una serie di numeri che vadano tutti crescendo a differenze uguali; vale a dire che il terzo sia tanto maggiore del secondo come questo è maggiore del primo, e che la loro comune differenza sia il numero col quale cominciate; come, 1, 2, 3, 4, 5, 6, e così via innanzi, nei quali la differenza comune è 1: dopo di questo, prendete un' altra serie di numeri, così che ciascuno di loro sia due o tre volte più grande di quello che lo precede, o anche più, ma che abbiano tutti per comune moltiplicatore il numero col quale cominciate; come 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128: scrivete questa seconda serie di numeri sotto la prima, così che i numeri stiano opposti l'uno all' altro, in questo modo,

1	2	3	4	5	6	7
2	4	8	16	32	64	128

troverete che sommando insieme due numeri qualsivogliano della prima serie, e prendendo quello che si trova opposto alla loro somma, avete in quest'ultimo il numero che risulterebbe dalla moltiplicazione dei numeri della seconda serie corrispondenti ed opposti ai due numeri sommati insieme. Così, sommate 2 e 4; avete 6 nella prima serie, opposto al quale trovate 64 nella seconda serie: moltiplicate i numeri 4 e 16 opposti a 2 e 4, il prodotto sarà 64. Nella medesima maniera, se sottraete due numeri della prima serie l' uno dall' altro, e cercate nella seconda serie il numero opposto a quello che rappresenta la loro differenza nella prima serie,

avrete il quoziente che risulterebbe dalla divisione d'uno di quei due numeri della seconda serie diviso per l' altro. Così, se togliete 4 da 6, rimane 2: il numero della seconda serie opposto a questo è 4: dividete 64, che vedete opposto a 6, per 16, che è opposto a 4, ed avrete per quoziente 4. I numeri della prima fila sono chiamati *logaritmi* della seconda fila; e quelli della seconda, sono chiamati *numeri naturali.* Con poca fatica si possono costrurre delle tavole che diano i logaritmi di tutti i numeri dal 1 fino a 10,000 e più: così che, in vece di moltiplicare o dividere un numero per un altro, non avete che a sommare o sottrarre i loro logaritmi per trovare ad un tratto il prodotto ed il quoziente nelle tavole. E queste tavole si fanno applicabili a numeri molto maggiori di quelli che esse contengono, in una maniera semplicissima: così che potete presto vedere che prodigioso risparmio di fatica e di tempo si viene ad avere. Se, per esempio, doveste moltiplicare, 7,543,283 per se medesimo, e dopo di questo moltiplicare di nuovo il suo prodotto pel numero originale, avreste un numero di sette figure da moltiplicare per un numero egualmente grande, e poi un numero di 14 figure per uno di 7, finchè alla fine avreste un prodotto di 21 figura — operazione che sarebbe tediosissima; ma operando coi logaritmi, non avete che a prendere tre volte il logaritmo del numero originale, e quello dà il logaritmo dell' ultimo prodotto di 21 figura, senza nessuna ulteriore moltiplicazione. Il tempo che si risparmia in casi di divisione è ancora più considerevole; ma per via di logaritmi si possono

sciogliere molte altre questioni della più alta importanza, che non si potrebbero sciogliere altrimenti, malgrado qualunque tempo o fatica.

La *Geometria* insegna le proprietà della figura, o dicasi porzioni di spazio, e distanze di punti l' uno dall' altro. Così, quando vedete un triangolo, o figura di tre lati, in cui uno dei lati è perpendicolare ad un altro, voi trovate per mezzo d' un ragionamento geometrico intorno a questa specie di triangoli, che se si descrivesse un quadrato sopra ciascuno de' suoi tre lati, il quadrato descritto sul lato maggiore sarebbe esattamente uguale alla somma dei due minori quadrati descritti sopra i due lati perpendicolari l' uno all' altro; e questo è assolutamente vero, qualunque sia la grandezza del triangolo, o le proporzioni dei suoi lati l' uno all' altro. Potete quindi sempre trovare la lunghezza d' uno dei tre lati, qualsisia, tosto che conoscete le lunghezze degli altri due lati. Supponete che uno dei lati perpendicolari sia lungo 3 piedi, l' altro 4, e che voi abbiate bisogno di sapere la lunghezza dell' altro lato; non avete che a trovare un numero il quale moltiplicato per se stesso sia uguale a 3 volte 3, sommate con 4 volte 4, cioè 25. * (Questo numero è 5.)

Osservate ora il gran vantaggio di conoscere questa proprietà del triangolo, o delle linee per-

* Ogni numero qualsivoglia, la cui ultima cifra è 5 o 0 moltiplicato per se stesso, è uguale a due altri che sono numeri quadrati, e rispettivamente divisibili per 3 e per 4: — così, $45 \times 45 = 2025 = 729 + 1296$, numeri quadrati di 27 e 36; e $60 \times 60 = 3600 = 1296 + 2304$, quadrati di 36 e 48.

pendicolari. Se avete bisogno di misurare una linea che passi sopra un luogo al quale voi non possiate andare, — di sapere, per esempio, la lunghezza d' una parte d' un campo coperta d' acqua, o la distanza che v' è da un punto d' un lago o d' una baja ad un altro punto situato sul lato opposto — la potete trovare facilmente misurando sull' asciutto due linee che siano perpendicolari l' una all' altra, e che traversino i due punti; perocchè, la linea che desiderate misurare, e che passa per l' acqua, è il terzo lato d' un triangolo a lati perpendicolari di cui si conoscono già gli altri due lati. Ma vi sono altre proprietà dei triangoli, per le quali si può conoscere la lunghezza di due lati di qualunque triangolo, sia esso a lati perpendicolari o no, misurando un lato, e l' inclinazione degli altri due lati verso di quello, o ciò che dicesi i due *angoli*, che quei due lati fanno col lato misurato. Si può quindi trovare facilmente la linea perpendicolare tirata, o supposta cadere dalla punta d' una montagna per entro alla medesima fino alla sua base, cioè, l' altezza della montagna; perchè si può misurare una linea nel piano, ed anche l' inclinazione di due linee, supponendole tirate per l' aria, dalle due estremità della linea misurata fino alla punta della montagna; ed avendo così trovata la lunghezza d'una di quelle linee vicine alla montagna, e la sua inclinazione verso terra, si trova subito la perpendicolare, malgrado che non vi si possa giungere. Nella stessa maniera, misurando linee ed angoli sulla terra, e dappresso, si trova la lunghezza di linee assai lontane, e inarrivabili: per esempio, la lunghezza e la larghezza d' un

campo sulla riva opposta d' un lago o mare: la distanza di due isole, o lo spazio posto fra le punte di due montagne.

Oltre le linee rette, ve ne sono delle *curve*, e la geometria insegna anche le proprietà di quelle. La curva più conosciuta è il *circolo*, ossia una figura che si fa, tirando una corda intorno ad una delle sue estremità che è fissa, e segnando il corso tenuto dall' altra, così che ogni parte del circolo è ugualmente distante dal punto fisso, o centro. Da questa proprietà fondamentale procedono varie altre: per esempio, si prova con ragionamento geometrico, che tirando due linee dalle estremità di qualunque diametro del circolo le quali si vadano ad incontrare in qualsivoglia punto del circolo medesimo, quelle linee debbono essere perpendicolari l' una all' altra.

Un' altra utilissima proprietà di questa figura è, che le grandezze, od aree di tutti i circoli quali si siano, dal più grande al più piccolo, dal sole ad una mostra d'orologio, sono in esatta proporzione dei quadrati delle loro distanze dal centro; cioè, i quadrati delle corde colle quali sono fatti: così che descrivendo un circolo con una corda lunga 5 piedi, ed un altro con una corda lunga 10 piedi, il circolo grande è quattro volte maggiore del piccolo, per ciò che spetta allo spazio od area inclusa; i quadrati di 10, o 100 essendo quattro volte il quadrato di 5 o 25. Ma è anche vero, che le lunghezze delle circonferenze medesime, ossia il numero dei piedi percorsi dalle estremità delle corde, sono in proporzione alle lunghezze delle corde stesse; così che la curva del circolo più grande non è che due volte la lunghezza della curva del circolo minore.

V' è una varietà infinita di curve, le quali hanno tutte, come il circolo, una formazione regolare, e proprietà fisse. L' *ovale* od *ellisse*, dopo il circolo, è forse la curva più famigliare che abbiamo, quantunque ne vediamo più frequentemente un' altra, cioè la linea descritta dal moto dei corpi gittati innanzi. Quando lasciate cadere una pietra, o la gittate in su, essa va in linea retta; quando la gittate innanzi, essa va in una linea curva finchè arriva in terra; come potete vedere dalla figura descritta dall' acqua spinta fuori da una tromba, o dal beccuccio d' una caffettiera. La linea che forma si chiama *parabola*; ogni punto della quale ha una certa relazione fissa con un certo altro punto della medesima, come il circolo al suo centro. La geometria insegna varie proprietà di questa curva: per esempio, se la direzione nella quale la pietra è gittata, o tirata la palla, o schizzata l' acqua è a mezza via tra la linea perpendicolare e la linea orizzontale, la curva verrà a terra ad una distanza più grande, che se le fosse data qualunque altra direzione, colla medesima forza. Così che per fare che il cannone porti il più lontano possibile, o che la pompa schizzi l'acqua alla maggior possibile distanza, è necessario appuntarli, non a livello o di punto in bianco, come voi potreste supporre, ma a mezza via incirca fra quella direzione e la perpendicolare. Se l' aria non presentasse resistenza, e non disordinasse quindi un poco il calcolo, la direzione atta a dare il tiro più lontano sarebbe esattamente a mezza perpendicolare.

L' *ovale*, od *ellisse*, si descrive prendendo una

corda di qualunque certa lunghezza, e fissando, non un'estremità come a disegnare il circolo, ma tutte e due le estremità a differenti punti, e portando poi una punta intorno al di dentro della corda, tenendola sempre tirata il più che si possa. È chiaro, che questa figura è descritta così regolarmente come il circolo, quantunque ne sia molto differente; e voi vedete che ogni punto di questa curva deve trovarsi talmente collocato, che le linee rette tirate da esso ai due punti ai quali era legata la corda, sommate insieme, sono sempre lo stesso; poichè aggiunte insieme formano la lunghezza della corda.

Fra le varie proprietà di questa curva, relativamente alle linee rette tirate dentro la medesima, ve n'è una che dà origine alla costruzione dei compassi ellitici, usati per fare figure ed ornamenti di questa specie; ed anche per la costruzione di cornici ovali, e simili.

Se desiderate vedere in un momento queste tre curve, prendete un pane di zucchero puntuto, e tagliatelo lindo da una parte all'altra dovunque più vi piaccia, purchè sia in una direzione parallella alla sua base o fondo; il contorno od orlo del pane dov' è tagliato sarà un *circolo.* Se il taglio è fatto in modo che vada di schiancio e che non sia paralello alla base del pane, il contorno sarà un' ellisse; purchè il taglio vada interamente pei lati del pane tutto intorno, oppure in siffatta direzione, che passasse pei lati del pane se fossero prolungati; ma se va incline, e paralello alla linea del lato del pane, il contorno sarà una *parabola;* e se tagliate in qualunque direzione, non a traverso dei lati tutto intorno, ma a traverso dei

lati e della base, e non paralello alla linea del lato, essendo più vicino alla perpendicolare, il contorno sarà un' altra curva, della quale non abbiamo ancora parlato, ma che si chiama *iperbola*. Ne vedrete un altro esempio, se prendete due lastre di vetro e le poniate l' una sopra l' altra, ponendo quindi la loro estremità nell' acqua, tenendole diritte e premendole insieme; l' acqua, che, a rendere la cosa più chiara, potete colorare con poche goccie d' inchiostro o di caffè, sorge ad una certa altezza, e il suo contorno è questa curva; che, comunque possa parere diversa da un circolo o da un' ellisse, è trovata dai matematici molto rassomigliante a quelle due figure in molte delle sue più notevoli proprietà.

Queste sono le curve meglio conosciute e più frequentemente discusse; ma ve n' è un numero infinito d' altre, che hanno tutte relazione alle linee rette e ad altre curve per certe regole fisse: per esempio, il corso che qualunque punto della circonferenza d' un circolo, come un chiodo nel cerchio d' una ruota che giri andando, prende per l' aria, è una curva chiamata *cicloide*, che ha molte proprietà notevoli; e fra le altre questa, ch' essa è, di tutte le linee possibili, quella per la quale qualunque corpo, che non cade perpendicolarmente, discenderà da un punto ad un altro con maggior prestezza. Un' altra curva sovente veduta è quella formata da una corda o catena che pende sospesa alle due estremità: si chiama *catenaria* dalla parola latina *catena*; e vi sono archi fabbricati nella stessa forma. La figura d'una vela gonfia dal vento è la medesima curva.

II. DIFFERENZA FRA LE VERITA' MATEMATICHE E LE VERITA' FISICHE.

Voi vedete, riflettendovi un po' sopra, che la scienza qui dietro considerata, in ambi i suoi rami, non ha che fare colla materia, vale a dire, che non dipende dalle proprietà o neppure dall' esistenza di verun corpo o sostanza qualsivoglia. La distanza d' un punto o luogo da un altro è una linea retta; e tutto quello che si viene a trovar vero relativamente a questa linea, come, per esempio, la sua proporzione ad altre linee dello stesso genere, e la sua inclinazione verso di quelle, che noi chiamiamo *angoli* che fa con quelle, sarebbe ugualmente vera se vi fosse qualche cosa in quei due punti o luoghi, o no. Così se trovate il numero di tese in un campo quadrato, misurando un lato, 100 tese, e poi moltiplicando questo per se stesso, il che rende tutta l' area 10,000 tese quadrate, questo è ugualmente vero, sia il campo di grano, od erba, o roccia, od acqua; è ugualmente vero se la parte solida, terra od acqua, sia tolta via, perocchè sarà allora un campo d' aria circondato di quattro mura o siepi; ma supponete che le mura o siepi fossero tolte via, e che si fosse lasciato solamente un segno ai quattro angoli, cionnonostante sarebbe ancora vero che lo spazio o incluso circoscritto dalle linee supposte tirate fra i quattro segni, è 10,000 tese quadrate di grandezza. Ma i segni non sono necessarii; ne avete solamente bisogno mentre misurate un lato: se venissero a mancare, non sarebbe meno vero, che

le linee che si suppongono tirate dai punti nei quali erano stati i segni, inchiudono 10,000 tese quadrate d' aria. Ma se non vi fosse aria, e per conseguenza un mero vacuo, o vuoto spazio, sarebbe ugualmente vero che questo spazio è della medesima grandezza da voi trovata misurando la distanza d' un punto all'altro, da uno dei cantoni od angoli dello spazio ad un altro, e moltiplicando quindi quella distanza per se stessa.

Nella stessa maniera sarebbe vero, che se lo spazio fosse circolare, la sua grandezza, paragonata con un altro spazio circolare della metà del suo diametro, sarebbe quattro volte maggiore; d' un terzo del suo diametro, nove volte maggiore; d' un quarto sedici volte, e così innanzi, sempre in proporzione ai quadrati dei diametri; e che la lunghezza della circonferenza, il numero dei piedi o tese della linea che circonda la superficie, sarebbe due volte la lunghezza d' un circolo il cui diametro fosse la metà; tre volte la circonferenza d' uno il cui diametro fosse un terzo; quattro volte la circonferenza d' uno il cui diametro fosse un quarto; e così via, nella semplice proporzione dei diametri. Perciò ogni proprietà appartenente alle figure loro appartiene senza la menoma relazione a corpi o materia di verun genere, malgrado che noi siamo accostumati a vedere solamente figure in connessione con corpi; ma tutte quelle proprietà sarebbero ugualmente vere, se non esistesse punto materia o corpi: e si può dire lo stesso delle proprietà dei numeri, l' altro gran ramo delle matematiche. Quando diciamo che due volte due fanno quattro, noi lo affermiamo senza pensare di due ca-

valli, o di due palle, o di due alberi; ma lo asseriamo rispetto a due cose quali si siano. Anzi si può dire che questo ramo delle matematiche ha delle applicazioni ancor più estese che l'altro; poichè non ha veruna relazione allo spazio, come la geometria, ed è quindi applicabile a casi nei quali la figura e la grandezza non hanno che fare. Così, voi potete parlare di due sogni, o di due idee, o di due menti, e potete far calcoli a loro riguardo, come riguardo ad altrettanti corpi; e le proprietà che trovate appartenenti ai numeri, apparterranno ancora a quei numeri quando sono applicati a cose che non hanno alcuna esteriore esistenza visibile o percettibile, e che non si può neppur dire che siano in un dato luogo, non meno che ai medesimi numeri applicati a corpi reali che si possono vedere e toccare.

La *Filosofia Naturale*, che siamo ora in punto di considerare, è una scienza totalmente diversa. Essa insegna la natura e le proprietà di sostanze attualmente esistenti, i loro moti, le loro connessioni reciproche, e l'influenza che hanno l'una sopra l'altra. È talvolta anche chiamata *Fisica*, dalla parola greca che significa *natura*, sebbene quella parola nella lingua comune si limiti più frequentemente ad un ramo particolare della scienza, quello cioè che tratta della sanità corporale. *

Abbiamo menzionata una distinzione fra le matematiche e la Filosofia naturale; che la prima

* In Inghilterra la medicina è comunemente chiamata *fisica*, e *fisici* i medici. *P.*

non dipende dalla natura e dall' esistenza di corpi, come ne dipende interamente quest' ultima. Un' altra distinzione, e strettamente connessa a questa si è, che le verità matematiche sono *necessariamente* tali, — sono verità da per se stesse, e totalmente independenti da fatti o sperimenti, — esse dipendono solamente dal ragionamento; ed è assolutamente impossibile che siano altro che vere. Lo stesso dicasi di tutte le proprietà che noi troviamo appartenere ai numeri od alle figure — 2 e 2 debbono *di necessità*, ed in qualunque tempo o luogo essere uguali a 4: quei numeri la somma delle cui cifre sono divisibili per 3, debbono *necessamente*, essere sempre divisibili per 3, senza lasciare alcun resto; ed i circoli debbono *necessariamente* e per sempre, essere uno all' altro nell' esatta proporzione dei quadrati dei loro diametri. Non può essere altrimenti; noi non possiamo concepire nelle nostre menti che sia diversamente. Nessuno può supporre nella sua mente che 2 e 2 possano mai fare più o meno che 4; sarebbe un' impossibilità assoluta, una contraddizione delle idee medesime: e se si volesse asserire in parole, quelle parole non avrebbero alcun senso. Le altre proprietà del numero, quantunque a prima vista non siano così semplici come questa, sono provate vere col ragionamento, che procede da un grado all' altro naturalmente, ed in modo così chiaro ed inevitabile, che non si può supporre od immaginare che sia altrimenti: la mente non ha verun mezzo di concepire come possa essere altrimenti: la finale conclusione di tutti quei gradi di ragiona-

mento o *dimostrazione*, come si chiama, deriva nella stessa maniera dall' ultimo dei gradi, ed è quindi così evidentemente e necessariamente vera, come il primo grado, il quale ha sempre qualche cosa d' evidente; per esempio che 2 e 2 fanno 4, o che il tutto è più grande che veruna delle sue parti, ma uguale a tutte le sue parti messe insieme. È con questa specie di ragionamento, passo a passo, dalle cose più semplici ed evidenti, che arriviamo a conoscere altre cose, che a prima vista non paiono vere, o almeno, non generalmente vere; ma quando arriviamo a loro, noi scopriamo che sono ugualmente vere, e per le medesime ragioni, che le prime; che la loro verità è assoluta e necessaria, e che sarebbe così assurdo e ripugnante supporre che in qualsivogliano circostanze possano non esser vere, come supporre che 2 e 2 possano far 3, o 5, o 100, o qualunque altro numero che 4. La scienza c' insegna a trovare questi ragionamenti, a seguirli fino alle loro conseguenze, ed a scoprire in tal modo le verità che non sono immediatamente evidenti: ma quando la verità è scoperta, è resa così certa e semplice dal ragionamento, come le prime verità medesime dalle quali tutto il ragionamento trae origine, dalle quali dipende interamente, e che non richieggono veruna prova, perchè sono tutto ad un tratto evidente, e debbono essere riconosciute subito che sono intese.

Ma è assai diversamente delle verità che c'insegna la filosofia naturale. Queste dipendono tutte da fatti, e questi si vengono a conoscere coll' osservazione e cogli sperimenti, e non si

potrebbero mai più scoprire col ragionamento. Se un uomo fosse rinchiuso in una camera con penna, inchiostro, e carta, egli potrebbe scoprire, meditando, qualunque verità dell'aritmetica, dell'algebra, o della geometria; è almeno possibile: non sarebbe assolutamente impossibile che egli scoprisse tutto quello che si sa di queste scienze; e se avesse la memoria così buona, come noi gli supponiamo il giudizio ed il concepimento, egli potrebbe scoprire tutto senza penna, inchiostro, e carta, ed in una stanza oscura. Ma noi non possiamo scoprire neppur una delle proprietà fondamentali della materia, senza osservare ciò che succede intorno a noi, e fare sperimenti sulla natura e sul moto dei corpi. Così, l'uomo che noi abbiamo supposto rinchiuso, non potrebbe trovare più d'una o due delle più semplici proprietà della materia, e quella solamente in pochissimi casi; così che egli non potrebbe dire se quelle proprietà siano generali a tutta la materia o no. Egli potrebbe dire che gli oggetti da lui toccati nell'oscurità erano duri, e che resistevano al suo tatto; che erano estesi e solidi: vale a dire, che avevano tre dimensioni, lunghezza, larghezza e densità. Potrebbe indovinare che esistevano altre cose oltre quelle ch'egli toccava, e che quelle altre cose rassomigliavano ciò ch'egli toccava in queste proprietà; ma non potrebbe sapere niente di certo, e non potrebbe neppur conghietturare molto oltre questo limitatissimo numero di qualità. Bisogna che resti totalmente ignorante di ciò che esiste realmente nella natura, e delle proprietà che la materia ha in generale. Noi impariamo dunque

queste proprietà per mezzo dell' esperienza; esse sono quali noi sappiamo che i corpi hanno; accade che i corpi le hanno, sono formati dalla Provvidenza Divina in modo d' averle; ma potrebbero essere stati formati diversamente; il Grande Autore della Natura potrebbe aver giudicato conveniente di formare tutti i corpi differenti in ogni rispetto. Noi vediamo che una pietra uscitaci di mano cade a terra: questo è un fatto che possiamo solamente sapere per esperienza; prima d' osservarlo, noi non potremmo averlo indovinato, e si può benissimo concepire che fosse altrimenti: per esempio, che ritirando noi la mano dalla pietra questa restasse ferma in aria; o s' alzasse in su, o andasse innanzi, o indietro, o da uno dei lati; non v' è niente che sia assurdo, contraddittorio, o inconcepibile in veruna di queste supposizioni; non è niente di impossibile in nessuna di loro, come vi sarebbe a supporre che la pietra sia eguale alla metà di se stessa, o maggiore della sua propria mole; o che cada in giù e s' alzi in su nel medesimo tempo, o vada nel medesimo tempo a destra ed sinistra. La sola ragione che noi abbiamo di non subito pensare che la pietra possa restar ferma nell' aria, od alzarsi in su, è che noi non l' abbiamo mai veduta fare così, e che ci siamo accostumati a vederla fare altrimenti. Se non fosse per questo, noi crederemmo subito così naturale che la pietra s' alzi in su, o resti ferma in aria, come che cada a terra. Ma nessun grado di riflessione, per qualunque lunghezza di tempo, ci potrebbe accostumar a pensare che 2 e 2 facciano altro numero che 4, o a credere che il tutto di

qualunque cosa sia uguale ad una delle sue parti.

Dopo che per via d' osservazioni od esperimenti noi abbiamo riconosciuto che certe cose esistono di fatto, allora possiamo ragionarvi sopra per mezzo delle matematiche; cioè, possiamo applicare le matematiche alla nostra filosofia sperimentale, e allora quel ragionamento diventa assolutamente certo, prendendo i fatti fondamentali per certi. Così, se troviamo che una pietra cade in una sola direzione, ed osserviamo inoltre la maniera particolare con cui cade, vale a dire, vieppiù velocemente finchè giunge a terra, noi impariamo la regola della proporzione con cui la velocità va crescendo; e troviamo ancora che se la stessa pietra è spinta innanzi sopra una tavola, si muove nella direzione della spinta, finchè sia fermata da qualche cosa, o si venga ad arrestare in conseguenza della frizione contro la tavola, o della resistenza presentatale dall' aria. Questi sono fatti che noi impariamo colle osservazioni e cogli sperimenti, ed avrebbero potuto essere tutti differenti, se la materia ed il moto fossero stati costituiti diversamente; ma supponendoli come sono, e come noi li troviamo, ragionandovi sopra matematicamente possiamo trovare molte verità curiosissime ed importantissime, che dipendono da quei fatti, e che ne dipendono, non accidentalmente, ma di necessità. Per esempio, noi possiamo trovare in che linea si moverà la pietra, se invece di lasciarla meramente cadere, si lancia innanzi: essa andrà per la curva già menzionata, la parabola, alquanto alterata dalla resistenza dell' aria, e percorrerà quella curva in un modo particolare, così che

vi sarà sempre una certa proporzione fra il tempo che impiega e lo spazio che percorre, col tempo che avrebbe impiegato e lo spazio che avrebbe percorso, se fosse caduta dalla mano a terra in una linea retta. Così possiam provare nella medesima maniera, ciò che prima affermammo della relazione fra la distanza alla quale cadrà a terra, e la direzione che ha preso; la distanza essendo massima quando la direzione è a mezza via fra la linea orizzontale e la perpendicolare. Queste sono verità matematiche, derivate da ragionamento matematico sopra fondamenti fisici; cioè, sopra fatti scoperti per mezzo d' osservazioni e di sperimenti. Il risultato è dunque necessariamente vero, e provato tale col solo ragionamento, purchè abbiamo una volta verificati i fatti. Così si trova col ragionamento essere vero, e necessariamente vero, che se la pietra cade in una certa maniera restando priva di sostegno, deve descrivere una parabola, se è gittata innanzi, purchè non vi sia aria che le resista; questa è una verità necessaria o matematica, e non è possibile che sia diversamente. Ma quando noi stabiliamo la cosa senza veruna supposizione, senza nessun *se*, e diciamo, che una pietra gittata innanzi percorre una curva chiamata parabola, noi stabiliamo una verità, parte fatto, e parte tratta dal ragionamento sopra il fatto; e potrebbe essere altrimenti se la natura delle cose fosse differente. Questa si chiama proposizione o verità di filosofia naturale: e siccome è scoperta e provata con ragionamento matematico intorno fatti naturali, è talvolta chiamata proposizione o verità delle matematiche miste, in contraddistin-

zione delle matematiche pure, le quali s' impiegano a ragionare intorno alle figure ed ai numeri. L' uomo nell' oscurità non potrebbe mai discoprire questa verità, a meno che fosse stato prima informato da quelli che avevano osservato il fatto, del modo in cui cade la pietra non sostenuta, e si move innanzi sulla tavola quando è spinta. Egli non avrebbe mai potuto scoprire queste cose col ragionamento; questi sono fatti, ed egli potrebbe solamente ragionare intorno a loro dopo d' averli imparati colla sua propria esperienza, o adottati sulla fiducia dell' esperienza d' altre persone. Ma avendoli una volta imparati, egli potrebbe col solo ragionamento scoprire, colla medesima certezza come se vivesse nella luce del giorno, e vedesse e toccasse il corpo mentre si move, che il moto è in una parabola, e secondo certe regole. Siccome lo sperimento e l' osservazione sono le grandi sorgenti della nostra cognizione della natura, e siccome il giudizioso e diligente modo di fare gli sperimenti è il solo mezzo per cui si possono conoscere i suoi segreti, filosofia naturale, e filosofia sperimentale vogliono dir lo stesso; essendo il ragionamento matematico applicato ad alcuni rami della medesima, particolarmente a quelli che si riferiscono al moto ed alla pressione.

III. SCIENZA NATURALE O SPERIMENTALE.

La filosofia naturale, nel suo senso più esteso, tratta delle leggi della materia, vale a dire, delle proprietà, e dei moti della materia; e si può

dividere in due gran rami. Il primo e più importante (che talvolta chiamasi per ciò *Filosofia naturale*, per via di distinzione, ma più propriamente *Filosofia meccanica*) investiga i moti sensibili dei corpi. Il secondo investiga la costituzione e le qualità di tutti i corpi, ed ha varii nomi, secondo i suoi differenti oggetti. Si chiama *Chimica*, se insegna le proprietà dei corpi relativamente al calore, alla loro mistura dell' uno coll' altro, al loro peso, sapore, apparenza, etc. *Anatomia e Fisiologia animale*, (dalla parola greca la quale significa *parlare della natura* di qualunque cosa) se insegna la struttura e le funzioni di corpi viventi, specialmente dell' umano; perocchè, quando mostra quelle d' altri animali, l'appelliamo *Anatomia comparativa*; *Medicina*, se insegna la natura delle malattie, ed i mezzi di prevenirle e di ristabilire la sanità; *Zoologia*, (dalla parola greca che vuol dir *parlare degli animali*) se insegna l' ordinamento e la classificazione, e gli abiti dei differenti animali inferiori; *Botanica*, (dalla parola greca equivalente ad *erbaggio*) inclusa la *fisiologia vegetale*, se insegna l' ordinamento o classificazione, la struttura e gli abiti delle piante; *Mineralogia*, inclusa la *Geologia*, (dalle parole greche significanti *parlare della terra*) se insegna l' ordinamento dei minerali, la struttura delle masse nelle quali sono trovati, e della terra composta di quelle masse. Il termine *Filosofia naturale* comprende i tre ultimi rami presi insieme, ma principalmente per quanto insegnano la classificazione di differenti cose, ovvero l' osservazione delle rassomiglianze e differenze dei varii animali, delle piante,

e delle sostanze inanimate e non vegetanti della natura.

Ma qui possiamo fare due osservazioni generali. La *prima* è, che ogni siffatta distribuzione delle scienze è necessariamente imperfetta; perocchè l' una scorre inevitabilmente nell' altra. Così, la Chimica mostra le qualità delle piante relativamente ad altre sostanze, ed all' una coll' altra; e la Botanica non trascura quelle medesime qualità, malgrado che il suo principale oggetto sia l' ordinamento delle piante. Così la Mineralogia, benchè sia volta principalmente a classificare i metalli e la terra, nondimeno essa tratta ancora delle loro qualità per quanto spetta al calore ed alla mistura. Così anche la Zoologia, oltre l'ordinamento degli animali, descrive le loro strutture, come l' anatomia comparativa. Infatti ogni ordinamento e classificazione dipende dal notare le cose nelle quali gli oggetti convengono o discordano; e fra quelle cose nelle quali gli animali, le piante, ed i minerali convengono o discordano, si debbono considerare le qualità anatomiche dell' uno, e le qualità chimiche dell' altro. Da questo sorge specialmente la seconda osservazione, cioè, che le scienze si assistono mutuamente l' una l' altra. Abbiamo veduto come l' aritmetica e l' algebra assistono la geometria, e come ambedue le scienze matematiche pure assistono la filosofia meccanica. La filosofia meccanica assiste nello stesso modo la chimica e l' anatomia, specialmente quest' ultima, quantunque nello stato attuale del nostro sapere, l' aiuto che lor dà non sia assai considerevole; e la chimica assiste grandissimamente la fisiologia,

la medicina, e tutti i rami della storia naturale.

Il primo gran capo della scienza naturale è dunque la filosofia meccanica, la quale consiste di varie suddivisioni, ciascuna delle quali forma una scienza di grande importanza. La più essenziale di queste, che invero è fondamentale ed applicabile a tutto il resto, si chiama Dinamica, dalla parola greca significante *potere* o *forza*, ed insegna le leggi del moto in tutte le sue varietà. Il caso della pietra gittata innanzi, da noi già menzionato più d' una volta, è un esempio di questo. Un altro di natura più generale, ma più difficile a rintracciare, assai più importante nelle sue conseguenze, e di cui il primo non è altro che un caso particolare, tratta dei moti di tutti i corpi, che sono attratti da qualunque potere verso un certo punto, mentre nel medesimo tempo essi sono trascinati innanzi, da qualche spinta che hanno ricevuta dapprima, e che gli sforza a movere innanzi, nel medesimo tempo che sono attratti verso il punto. La linea nella quale un corpo così attirato si muove, dipende dalla forza con cui è spinto, dalla direzione datagli dalla spinta, e dalla specie di forza che lo attira verso il punto; ma per ora, noi dobbiamo considerare principalmente quest' ultima circostanza, l' attrazione verso il punto. Se quest' attrazione è uniforme, cioè, sempre la stessa ad ogni distanza del punto, il corpo moverà circolarmente, qualora si dia una sola direzione alla spinta innanzi. Il caso che noi meglio conosciamo è quando la forza diminuisce come aumentano i quadrati delle distanze dal centro, ossia punto di attrazione; vale a dire, quando la forza è quat-

tro volte minore al doppio della distanza, nove volte minore a tre volte la distanza, sedici volte minore a quattro volte la distanza, e così via innanzi. Se una forza di questo genere agisce sul corpo, lo farà movere in una ovale, una parabola, od una iperbola, secondo la totalità o direzione dell' impulso datogli originalmente; e v' è una proporzione di quella forza che, diretta perpendicolarmente alla linea nella quale la forza centrale attrae il corpo, lo fa movere circolarmente, come una pietra legata ad una corda e girata intorno alla mano. Le proporzioni più comuni nella natura sono quelle che determinano i corpi a movere in una ovale od ellisse, cioè la curva descritta con una corda fissa nelle due estremità, nel modo già da noi spiegato. In questo caso, il punto d' attrazione, il punto verso il quale il corpo è attirato, sarà più vicino ad una estremità dell' ellisse che all' altra, ed il tempo che il corpo impiegherà a fare il giro, paragonato col tempo che ogni altro corpo impiegherebbe, movendo ad una distanza differente dallo stesso punto d' attrazione, ma tirato verso quel punto con una forza che abbia la stessa proporzione colla distanza, avrà una certa proporzione, scoperta dai matematici, colle distanze medie dei due corpi dal punto d' attrazione comune. Se moltiplicate i numeri che esprimono il tempo dei giri ciascuno per sè, i prodotti saranno l' uno all' altro nella proporzione delle distanze medie moltiplicate ciascuna per se stessa, ed il prodotto per la distanza. Così, se un corpo impiega due ore, e sia distante cinque tese, l' altro, essendo

distante dieci tese, impiegherà poco meno di cinque ore e quaranta minuti. *

Questa è una delle verità più importanti di tutte le scienze, perocchè accade, che la forza con cui i corpi cadono verso terra, o ciò che chiamasi loro *gravità*, il potere che li attira o attrae verso la Terra, varia colle distanze dal centro della Terra, esattamente in proporzione dei quadrati, diminuendo secondo che la distanza aumenta: a due diametri dal centro della Terra, è quattro volte minore che ad uno; a tre diametri, nove volte meno; e così via va diminuendo, ma non è mai distrutta, neppure alle più grandi distanze alle quali noi possiamo arrivare colle nostre osservazioni, e non si può dubitare che non si estenda molto al di là. Ma con osservazioni astronomiche fatte sul moto dei corpi celesti, sopra quello della luna, per esempio, si prova che il suo moto è più lento e più veloce a differenti parti del suo corso, nello stesso modo che il moto d' un corpo sulla terra sarebbe più lento e più veloce, secondo la sua distanza dal punto d' attrazione, purchè fosse tirato da una forza che agisse in proporzione ai quadrati della distanza che noi abbiamo frequentemente menzionato; e la proporzione del tempo alla distanza si accorda anche colla regola suddetta. Si conosce quindi che la Luna è attratta verso la Terra con una forza che varia nella

* Questo si esprime matematicamente dicendo che i quadrati dei tempi sono come i cubi delle distanze. Il linguaggio matematico è non solamente il più semplice ed il più facilmente inteso di tutti, ma anche il più conciso.

stessa proporzione che la gravità; e deve conseguentemente movere in un' ellisse intorno alla terra, che è posta in un punto più vicino ad una che all' altra estremità di quella curva. Nella medesima maniera, si dimostra che la Terra gira intorno al Sole nella stessa linea curva, ed è attratta verso il Sole da una forza dello stesso genere; e che tutti gli altri pianeti nei loro corsi a varie distanze, seguono la stessa regola, percorrendo delle ellissi, ed essendo attratti verso il Sole dalla medesima specie di forza. Tre di loro hanno delle lune come la Terra, ma più numerose, perocchè Giove ne ha quattro, Saturno sette, Herschel sei, così lontane, che noi non possiamo vederle senza l' ajuto di telescopi; ma tutte quelle lune girano intorno ai loro principali pianeti, come la nostra gira intorno alla Terra, in ovali od ellissi; mentre i pianeti, colle loro lune, girano ovalmente intorno al Sole, come la nostra propria Terra colla sua Luna.

Ma questa forza che li tira tutti verso il sole, e regola la loro direzione e il loro moto intorno al medesimo, e che tira le lune verso i loro principali pianeti, e regola il loro moto e direzione intorno a quei pianeti, è lo stesso che la gravità per cui i corpi cadono verso la terra, essendone attratti. Così tutti i corpi celesti sono conservati nei loro luoghi, e girano intorno al sole, per la medesima influenza o forza che fa cadere a terra una pietra.

Il Sole, ed i pianeti che insieme colle loro lune gli girano intorno, (sono undici, inclusi i quattro che furono scoperti ultimamente e quello che fu scoperto da Herschel) sono comunemente

chiamati *sistema solare;* perchè sono una classe dei corpi celesti assai remoti dalle innumerevoli stelle fisse, e così vicini l' uno all' altro, che si esercitano sopra un' influenza reciproca percettibile, e che sono quindi collegati insieme.

Le *Comete* appartengono al medesimo sistema, secondo questa maniera di considerare il soggetto. Sono corpi che corrono per linee ellittiche, ma assai più lunghe e più strette che le curve le quali percorre la Terra e gli altri pianeti insieme colle loro lune. Le nostre curve non sono molto meno rotonde che il circolo; quelle delle comete sono lunghe e strette, così che in varii luoghi s' accostano più alla linea retta che al circolo. Le comete differiscono ancora dai pianeti e dalle loro lune in altro rispetto; esse non ricevono dal sole la luce che danno, come avviene della nostra Luna, che si oscura quando la Terra arriva fra lei ed il sole; e come avviene anche degli altri pianeti, poichè quelli di loro che sono più vicini al sole che noi, si oscurano quando arrivano fra noi e lui, parendo che traversino la sua superficie. Ma le comete danno sempre luce da se medesime, avendo l' apparenza di grandi corpi infuocati perchè nel loro corso s' accostano al sole molto più che veruno dei pianeti che gli sono più vicini. Quando sono vicine al sole il loro moto è molto più veloce che quello dei pianeti; esse gli vanno più vicino, se ne allontanano maggiormente, ed impiegano più tempo a girargli intorno, che qualsivoglia dei pianeti. Non di meno, anche le comete vanno soggette alla stessa gran legge della gravitazione, che regola i moti dei pianeti. Il loro anno, il tempo che im-

piegano a fare il loro giro, è in alcuni casi 75, in altri 135, in altri 300 dei nostri anni; la loro distanza è quattrocento volte maggiore della nostra, quando esse sono più lontane dal Sole, e quando gli sono più vicine non ammonta neppure alla centosessantesima parte della nostra; il loro moto più veloce è dodici volte più veloce del nostro, benchè il nostro sia cento quaranta volte più veloce che quello d' una palla di cannone; eppure percorrono anch' esse una curva come la nostra, quantunque più lunga e più piatta, avendo solamente nella sua formazione la differenza che esiste fra due ovali, una delle quali sia descritta coi due punti ai quali si fissa la corda più lontani l' uno dall'altro: conseguentemente, essendo il Sole in uno di quei punti, si trova più vicino alla estremità della curva percorsa dalla cometa, che a quella percorsa da noi. Il loro moto segue anche la medesima regola, facendosi più veloce a misura che s' approssima al Sole: l' attrazione del Sole rispetto a loro varia secondo i quadrati delle distanze, essendo quattro volte minore a due volte la distanza, nove volte a tre, e così via; e la proporzione fra i tempi delle loro rivoluzioni e le distanze è esattamente la medesima, nel caso di quei corpi remoti, come in quello della Luna e della Terra. La stessa legge prevale sopre tutte, e regola i loro moti come il nostro; dessa è la gravità delle comete verso il Sole; ed esse, come la nostra propria Terra e Luna, girano intorno a lui in uno spazio sterminato, tirate dalla stessa forza, soggette alla stessa regola, che fa cadere una pietra tosto che cessate di tenerla in mano.

A misura che le nostre osservazioni sopra quei corpi celesti sono più compiute ed accurate, noi troviamo che il moto di quelli è conforme a questa grande dottrina; sebbene si debbano anche certamente calcolare molte altre cose, oltre la forza che li tira ai differenti centri. Così, mentre la Luna è attratta dalla Terra, e la Terra dal Sole, la Luna è anche attratta direttamente dal Sole; e mentre che Giove è attratto dal Sole, accade lo stesso delle sue lune: anzi, siccome questa forza di gravitazione è totalmente universale, e siccome nessun corpo può attrarne o tirarne un altro senza essere anch' egli tirato da quello, la Terra è tirata dalla Luna, mentre la Luna è tirata dalla Terra; ed il Sole è attratto dai pianeti i quali egli tira verso lo stesso. Queste mutue attrazioni danno origine a molte deviazioni della semplice linea dell' ellisse, e producono molte irregolarità nel semplice calcolo dei tempi e dei moti dei corpi che compongono il sistema dell' Universo. Ma i mezzi straordinarii d' investigazione applicati a questo soggetto, per via dei miglioramenti moderni fatti nelle matematiche, ci hanno finalmente resi atti a ridurre ad ordine e sistema perfino le irregolarità più grandi; ed a sviluppare una verità delle più maravigliose di tutta la scienza, quella cioè, che per certe necessarie conseguenze del semplice fatto sul quale è appoggiata tutta la fabbrica, — la proporzione della forza attrattiva colle distanze alle quali opera, — tutte le irregolarità che parevano dapprima sconcertare l' ordine del sistema, e togliere alla dottrina le apparenze, sono elleno stesse soggette ad una regola fissa, e non possono

mai oltrepassare un certo punto, ma debbono cominciar a diminuire quando sono lentamente arrivate a quel punto, e poi diminuire ancora finchè sono arrivate ad un altro punto, dove cominciano poi di nuovo ad aumentare; e così per sempre. L' ordine di tutto il sistema è anzi così perfetto, e dipende così accuratamente da principii matematici, che si sono scoperte con ragionamenti matematici alcune irregolarità, o piuttosto deviazioni apparenti, prima che gli astronomi le avessero osservate, le quali furono poi verificate per mezzo d' osservazioni, e trovate precisamente d' accordo coi risultati dei calcoli. * Così i pianeti girano ovalmente, per la gravità, ossia forza che li tira verso il sole, combinata coll'impulso originale che ricevettero a moversi innanzi; e le forze che vi si frappongono variano continuamente il corso delle curve od ovali, facendole allargare nel mezzo, quantunque in picciolissima

* L' applicazione delle matematiche alla chimica ha già prodotto un gran cambio in quella scienza, e par debba produrre dei miglioramenti ancora più grandi. Si può riguardare come una certa origine di nuove scoperte, fatte per induzione dopo che il ragionamento matematico le abbia suggerite. Il lettore istrutto s' accorgerà che noi facciamo allusione alla bella dottrina delle *Proporzioni definite* o *multiple*. Per esempio, la composizione degli acidi arseniosi ed arsenici, nei quali l' ossigeno è come 2 a 3, ci fa parere probabile la scoperta d' un ossido d' arsenico; e possiamo quindi aspettar di trovare una composizione della stessa base, coll' ossigeno come unità. L'azione straordinaria del clorino e dei suoi composti sulla luce fa sperare qualche ulteriore scoperta relativamente alla sua composizione, forse relativamente alla materia della luce.

proporzione a tutta la lunghezza dell'ellisse. Così la larghezza dell' ovale aumenta annualmente e giornalmente in pochissima quantità; e dopo un certo numero d' anni considerevole, l' aumento della larghezza cessa, e la curva ricomincia a schiacciarsi nello stesso modo che si era allargata; finchè, nello stesso numero d' anni che aveva impiegati ad allargarsi ritorna al maggior punto della sua strettezza, per poi cominciare nuovamente ad allargarsi; e così per sempre.

Lo stesso dicasi d' ogni altro disordine ed irregolarità del sistema: ciò che pare dapprima non essere conforme alla regola, dopo più maturo esame, si trova non essere altro che una conseguenza della medesima, ovvero il risultato d' un ordinamento più generale che sorge dal principio della gravitazione; un ordinamento di cui la regola medesima, e l' apparente o supposta eccezione fanno parte.

La forza della gravitazione, che regola in questo modo tutto il sistema dell' universo, regola anche ciascun membro o ramo del medesimo separatamente. Così, è dimostrato che il flusso e reflusso dell' oceano è prodotto dalla gravitazione che attrae l' acqua verso il Sole e la Luna; e la figura della nostra Terra e degli altri corpi che girano intorno a se stessi è determinata dalla gravitazione combinata con quel moto: essi sono tutti piatti verso le estremità dell' asse intorno a cui girano, e prominenti verso il mezzo.

Il gran discopritore del principio sul quale sono fondate tutte queste verità, sir Isaac Newton, certamente l' uomo più straordinario che abbia vissuto mai, ragionando sulla natura del moto e

della materia conchiuse, che questo schiacciamento doveva aver luogo nel nostro globo: prima del suo tempo si era creduto universalmente che la terra fosse una perfetta sfera o globo, principalmente dall' essersi osservata l' ombra rotonda che getta sulla luna negli ecclissi; e fu solamente molti anni dopo la sua morte che l' accuratezza della sua opinione fu provata per via di misure sulla superficie della Terra, e pel differente peso ed attrazione dei corpi all' equatore, dov' è prominente, ed ai poli, dov' è schiacciata. Il perfezionamento dei telescopj ci ha portati a verificare lo stesso fatto rispetto ai pianeti Giove e Saturno.

Oltre lo sviluppo delle leggi generali che regolano i moti e le figure dei corpi celesti del nostro Sistema Solare, l'astronomia consiste in calcoli dei luoghi, tempi, ed ecclissi di quei corpi, e delle loro lune o *satelliti* (da una parola latina che significa *seguace*), ed in osservazioni delle Stelle Fisse, che sono aggregati innumerevoli di corpi, i quali non girano intorno al Sole come la nostra Terra e gli altri pianeti, e non ricevono da lui la luce della quale risplendono: ma hanno una luce loro propria come il Sole e le Comete, e sono, secondo tutte le apparenze, poste immobili, ad immense distanze dal nostro mondo, cioè dal nostro Sistema Solare. Ciascuna di loro è probabilmente il sole di qualche altro sistema come il nostro, composto di pianeti e delle loro lune o satelliti; ma così estremamente distanti da noi, che sono tutti veduti da noi come un punto di debole luce, come vedete due lampade, poste poche oncie l' una separata dall' altra, in un corpo solo, quando le guardate da qualche lonta-

nanza. Il numero delle Stelle Fisse è prodigioso; perfino all' occhio nudo elleno sono assai numerose, poichè se ne vedono da 3000; ma quando si osservano i cieli col telescopio, si scopre un numero di stelle totalmente incalcolabile: se ne scoprono 2000 in una delle piccole collezioni di poche stelle visibili chiamate *Costellazioni*; anzi, quello che non pare all' occhio nudo che una leggiera nuvola, come la *Via Lattea*, guardato col telescopio, si trova essere un aggregato d' innumerevoli *Stelle Fisse*, ciascuna delle quali, secondo tutte le apparenze, è un sole ed un sistema come il resto, benchè ad una smisurata distanza dal nostro.

La grandezza, i moti, e le distanze dei corpi celesti sono tali, che non permettono alla nostra immaginazione di paragonarli colle cose più piccole che vediamo intorno a noi. Il diametro della Terra è da 8,000 miglia di lunghezza, ma quello del Sole è più di 880,000 miglia; e la mole del Sole è più di 1,300,000 volte maggiore di quella della Terra. La nostra distanza dal Sole è più di 95 milioni di miglia; ma Giove è 490 milioni, e Saturno 900 milioni di miglia distante dal Sole. La velocità colla quale la Terra gira intorno al Sole è di 68,000 miglia l' ora, o 140 volte più grande che quella d' una palla di cannone; ed il pianeta Mercurio, il più vicino al Sole, gira ancor più velocemente, — quasi 110,000 miglia per ora. Noi che abitiamo la superficie della Terra, oltre il giro che facciamo intorno al Sole, rotiamo anche intorno all' asse della medesima, per via del moto rotatorio che ha; così che ogni 24 ore noi facciamo in questo modo un cammino di

14,000 miglia, oltre quello che percorriamo intorno al Sole di più che 1,600,000 miglia. Questi moti e distanze, prodigiosi come sono, paiono un niente paragonandoli a quelli delle comete, una delle quali, alla sua maggior lontananza dal Sole, ne è distante 11,200 milioni di miglia; ed alla sua maggior vicinanza al Sole, vola colla portentosa rapidità di 880,000 miglia l' ora. Sir Isaac Newton calcolò che il suo calore è 2000 volte quello del ferro infocato, e che impiegherebbe migliaia d' anni a raffreddarsi. Ma la distanza delle Stelle Fisse è ancor più vasta: si è supposto che sono 400,000 volte più lontane da noi, che noi non siamo dal Sole, cioè, 38 milioni di milioni di miglia; così che una palla di cannone impiegherebbe da 9 milioni d' anni ad arrivare ad una delle medesime, supponendo che niente l'impedisse di continuare il suo corso fino a quella distanza. Siccome la luce impiega da otto minuti ed un quarto a giungere dal Sole fino a noi, essa impiegherebbe più di sei anni a giungere da una di quelle stelle; ma i calcoli d' alcuni degli ultimi astronomi provano che certe stelle sono così lontane, che la loro luce deve impiegare secoli per venire fino a noi; così che ogni particella di luce che ci entra negli occhi, partì dalla stella dalla quale viene tre o quattro cento anni fa.

Per via dei loro eccellenti telescopj, della geometria, e del calcolo gli astronomi sono giunti al segno di osservare non solamente le stelle, i pianeti, ed i loro satelliti, invisibili all' occhio nudo; ma di misurare l' elevazione di alcune montagne della Luna, osservando le ombre che quelle eminenze gettano sopra la sua superficie; ed hanno

scoperto dei volcani, o montagne accese nel medesimo corpo.

Le tavole dei corpi celesti, che gli stessi mezzi hanno permesso agli astronomi di formare, sono di grand' uso nella navigazione. Cogli ecclissi dei Satelliti di Giove, e colle tavole dei moti della Luna, noi possiamo conoscere la posizione d'una nave in mezzo al mare; perocchè l' osservazione dell' altezza del Sole a mezzo giorno ci scopre la *latitudine* del luogo, cioè la distanza dalla linea equinoziale od equatore; questa linea traversando la superficie della Terra perfettamente in mezzo, così che si trova sempre del pari distante dai due poli; e queste tavole, colle osservazioni dei satelliti, o lune, danno la distanza orientale ed occidentale dell' osservatorio pel quale sono calcolate le tavole — chiamata la *longitudine* del luogo: conseguentemente, il marinajo può dire a un di presso in che parte dell' oceano egli è, quante miglia ha percorso dopo la sua partenza, quante gliene restano a fare, ed in qual direzione, per giungere al porto a cui desidera di recarsi. Il vantaggio di questa cognizione è dunque manifesto negli affari comuni della vita; ma non è che una bagatella, se si paragona colla vasta estensione di quelle viste, che le contemplazioni di questa scienza ci presentano, di mondi innumerevoli che riempiono l' immensità dello spazio, e tutti conservati nei loro luoghi, e regolati nei loro moti prodigiosi dallo stesso semplice principio, sotto la direzione d' un Creatore sapientissimo ed onnipotente.

Abbiamo considerata l' applicazione della Dinamica ai moti dei corpi celesti, il che forma la

scienza dell' *Astronomia-fisica*. L' applicazione della Dinamica al calcolo, produzione e direzione del moto, forma la scienza della meccanica, talvolta chiamata *meccanica pratica*, per distinguerla dall' uso più generale della parola, che comprende tutto ciò che spetta al moto ed alla forza. Il principio fondamentale della scienza, sul quale è principalmente appoggiata, deriva immediatamente da una proprietà del circolo già menzionata, e che parve forse, in quel momento, di poca importanza, — che le lunghezze dei circoli sono in proporzione coi loro diametri. Osservate come questa semplice verità è il fondamento di quasi tutte quelle invenzioni che accrescono il potere dell' uomo, per ciò che spetta alla materia soda; e di quasi tutte quelle dottrine, che lo rendono atto a spiegare i moti volontarii degli animali, per quanto dipendono dai loro corpi. Nulla può essere più istruttivo che il dimostrare l' importanza e l' utilità delle verità scientifiche, per triviali e difficili che possano parere a prima vista. Perocchè, è una immediata conseguenza di questa proprietà del circolo, che se si pone un palo di ferro, o trave, o qualunque altro materiale sodo sopra un punto o perno, così che possa moversi intorno al suo centro come le braccia d' una bilancia, le due estremità descriveranno delle parti di circoli, proporzionate a quel braccio del trave a cui appartengono: i due circoli saranno uguali se il perno è nel centro, ovvero mezzo del trave; ma se è più vicino ad una estremità che all' altra, di tre volte, per esempio, allora quell' estremità descriverà uno spazio circolare, ossia arco, tre volte più corto

che lo spazio circolare descritto dall' altra estremità nello stesso tempo. Dunque, se l' estremità del braccio più lungo percorre uno spazio tre volte maggiore, essa deve correre tre volte più velocemente che quella del braccio più corto, poichè si muovono ambedue nello stesso tempo; ogni forza applicata alla estremità più lunga deve perciò superare la resistenza di tre volte quella forza applicata all' estremità opposta, poichè le due estremità si muovono in direzioni contrarie: così, una libbra posta sull' estremità del braccio più lungo contrabbilancerà tre libbre poste sull'altra estremità. Il trave che abbiamo supposto si chiama *Leva*, e la medesima regola debbe evidentemente servire per tutte le proporzioni delle lunghezze delle sue braccia. Se la leva sia dunque lunga diciassette piedi, e che il perno sia solamente distante un' oncia da una delle estremità, un' oncia posta dall' altra estremità contrabbilancerà una libbra posta all' estremità più vicina al perno; ed il menomo peso aggiunto, o la menoma spinta o pressione sull' estremità più lontana così caricata, farà sollevare la libbra posta sull'altra estremità. Se invece d'un' oncia, noi poniamo sull' estremità del braccio più lungo il braccio più corto d' un secondo trave o leva sostenuto da un perno, che ne sia distante un sol piede, e poi mettiamo il braccio più lungo di questa seconda leva sul braccio più corto d'una terza leva, il cui perno ne sia distante d' un piede solo; e se poniamo sull' estremità del braccio più lungo di questa terza leva un peso d' un' oncia, quell' oncia solleverà una libbra posta sul braccio più lungo della seconda leva, e questa movendosi in

su, farà che il braccio più corto forzerà in giù un peso di sedici libbre poste sull' estremità del braccio più lungo della prima leva, obbligando così il braccio più corto della prima leva ad alzarsi in su, ancorchè se gli pongano sopra due cento cinquantasei libbre: continuando nello stesso modo, una libbra sul braccio più lungo della terza leva moverà quattro mila novantasei libbre sul braccio più corto della prima leva, vale a dire che le contrabbilancerà, così che la menoma pressione col dito, o colla mano d' un fanciullo, moverà un peso che richiederebbe due cavalli a tirarlo. Per questa ragione, la leva è chiamata una *forza meccanica*; e vi sono cinque altre forze meccaniche, delle quali le proprietà della leva sono quasi esclusivamente il fondamento; in fatti, sono state tutte risolte in combinazioni di leve. La carrucola pare la più difficile a ridurre sotto il principio della leva. Così la *ruota* e l' *asse* non è altro che una leva che si muove intorno ad un asse, e che ritiene sempre l' effetto conseguito durante ogni parte del moto, per mezzo d' una corda involta intorno all' estremità dell' asse; essendo la razza della ruota il braccio più lungo della leva, e il mezzo diametro dell' asse il braccio corto. Con una combinazione di leve, di ruote, e di carrucole, si ottiene un siffatto accrescimento di forza, che senza l' ostruzione della frizione, e la resistenza dell' aria, non vi sarebbero limiti all'effetto della più piccola forza moltiplicata in questo modo; ed Archimede, uno dei più illustri matematici dell' antichità, quando si vantava, che se avesse avuto un perno sopra cui appoggiare le sue

macchine, avrebbe smosso la Terra, alludeva appunto a questo principio. Sopra questa sì semplice verità, assistita dall' aiuto derivato da altre sorgenti, è fondata tutta la fabbrica della forza meccanica, sia per levar pesi, o fendere rocce, o tirar fuori dei fiumi dalle viscere della terra; od insomma, per operare quelle cose che la forza umana, anche aumentata dall' aiuto degli animali soggiogati per nostro uso, troverebbe assolutamente impossibili.

L' applicazione della Dinamica alla pressione ed al moto dei fluidi, costituisce una scienza che riceve differenti appellazioni, secondo che i fluidi sono pesanti e liquidi, come l' acqua; o leggieri ed invisibili, come l' aria. Nel primo caso è chiamata *Idrodinamica* dalle parole greche significanti *acqua* e *forza*; nell' ultimo caso, è chiamata *Pneumatica*, dalla parola greca significante *fiato* od *aria*; e l' Idrodinamica è divisa in *Idrostatica* ed *Idraulica*; l' Idrostatica (dalle parole greche per bilancio dell' acqua) tratta del peso e della pressione dei liquidi; e l' Idraulica (dal nome greco di certi stromenti musicali sonati con *acqua* in *tubi*) tratta del moto dei medesimi.

Le scoperte che si sono fatte per via di sperimenti sulla pressione e sul moto dei fluidi, aiutati dal ragionamento matematico, sono della massima importanza, sia per la loro applicazione ad oggetti pratici, come pel loro uso a spiegare le apparenze della natura, o per la loro singolarità, come soggetti di contemplazione scientifica. Quando si trova che la pressione dell'acqua o d' ogni altro liquido sulla superficie che lo

contiene, non è in nessuna proporzione colla sua mole, ma solamente colla sua altezza, tal che un lungo tubo contenente una libbra o due del fluido, darà la pressione di venti o trenta tonnellate; anzi, tre o quattro volte di più, se si accresce la sua lunghezza, e diminuisce il suo forame, senza la menoma relazione alla quantità del liquido, noi restiamo, non solamente sorpresi d'una tanto straordinaria ed inaspettata proprietà della materia, ma scorgiamo immediatamente uno dei grandi agenti impiegati nelle vaste operazioni della natura, nelle quali i mezzi più insignificanti sogliono produrre i più grandi effetti. Noi impariamo anche a guardarci da molti gravi mali nei nostri lavori, e ad applicare salvamente ed utilmente una forza, che secondo il modo col quale è diretta, produce le più estese devastazioni, o rende i più importanti servigi.

Le scoperte relative all' aria non sono nè meno interessanti in se medesime, nè meno applicabili ad usi importanti. Quantunque invisibile, l'aria è un agente così potente come l' acqua, tanto nelle operazioni della natura come in quella dell' arte. Vi sono sperimenti semplici e decisivi i quali mostrano che la sua pressione sopra un' oncia quadrata ammonta a 14 o 15 libbre; ma essa pesa egualmente in ogni direzione, come tutti gli altri fluidi; così che, sebbene, da una parte, vi sia una pressione di 250 libbre in giù, nondimeno questa è esattamente contrabbilanciata da un' uguale pressione in su, perchè l' aria preme intorno ed entra sotto. Se togliesi però l' aria da un lato, tutta la pressione dell' altra opera senza bilancio. Quindi l' acqua ascende

nelle trombe idrauliche, che succhiano fuori l' aria da una botte, e fanno che la pressione sull' acqua la faccia salire in su 32 o 33 piedi, essendo questo corpo d' acqua uguale al peso dell' atmosfera. Quindi il mercurio nel barometro ascende solamente 28 o 29 oncie, perchè è 13 o 14 volte più pesante che l' acqua. Quindi il moto della macchina a vapore: il cui pistone, prima che fosse applicata la forza diretta del vapore, soleva essere premuto in giù dal peso dell' atmosfera, levandogli tutta l' aria di sotto col vapore, e poi raffreddando subitamente quel vapore e convertendolo in acqua, così che non lasciasse niente nello spazio che aveva occupato. Quindi, il potere che hanno alcuni animali di camminare per muraglie perpendicolari, e perfino per le volte delle camere, premendo via l' aria fra le piante dei loro piedi ed il muro, e restando così sostenuti dalla pressione dell' aria contro la parte superiore dei loro piedi.

L' *ottica* (dalla parola greca che significa *vista*) insegna la natura della luce e della sensazione che produce, e presenta da sè sola un campo d'illimitata estensione ed interesse. All'ottica le arti e le altre scienze debbono quegli utilissimi strumenti coll' ajuto dei quali siamo giunti ad esaminare le più minute parti della struttura dei corpi animali e vegetali, ed a calcolare la grandezza ed i moti dei corpi celesti più remoti. Ma come oggetto di dotta curiosità, nulla può essere più singolare che la verità fondamentale scoperta dall' ingegno di Newton, — che la luce, che noi chiamiamo bianca, è in-

fatti composta di tutti i colori, mischiati insieme in certe proporzioni; eccetto forse quella maravigliosa conghiettura della sua incomparabile sagacità, per cui scoprì la natura infiammabile del diamante, e la sua connessione, contro ogni apparenza di probabilità, colla classe delle sostanze oleose, dalla sola osservazione, che stava fra le medesime, e grandemente lontano da tutti i cristalli, nel grado della sua azione sulla luce; conghiettura, che le scoperte fatte un secolo dopo, resero una certezza.

Ad un uomo, che per ingegno originale e per forte senso naturale non è indegno d' essere menzionato dopo questo illustre savio, noi dobbiamo la maggior parte della scienza *Elettrica*. Essa tratta della particolare sostanza simigliante alla luce ed al calorico, la quale si produce fregando certi corpi, come il vetro, la cera, la seta, e l' ambra, e si *conduce* per altri, come il legno, i metalli, l' acqua; ed ha ricevuto il nome di Elettricità, dalla parola greca per *ambra*. Il dottor Franklin ha scoperto che questa è la medesima materia, che quando è raccolta insieme nelle nubi e condotta in terra, noi chiamiamo *baleno*, e che quando si vibra per l' aria, produce quello strepito che chiamiamo tuono. L' osservazione d'alcuni movimenti nelle membra d' una rana morta diede origine alla scoperta della *Elettricità animale* ossia *Galvanismo*, come fu in prima chiamata dal nome dello scopritore. Questa scienza produsse in questi ultimi anni dei miglioramenti che mutarono la faccia alla filosofia chimica, mostrando in questo modo quanto pochi siano i processi della natura inca-

paci di compensarci della fatica che impieghiamo ad esaminarli con pazienza e con diligenza. È al risultato dell'osservazione fatta accidentalmente sui movimenti convulsivi di una gamba di rana, non però sbadatamente tralasciata e dimenticata, ma tesoreggiata e continuata con molti elaborati sperimenti e calcoli, che noi dobbiamo la nostra conoscenza dello straordinario metallo, liquido come il mercurio, più leggiero che l' acqua, e più infiammabile che il fosforo, il quale bruciandosi meramente esposto all'aria, forma uno dei sali più conosciuti in commercio, e il principale ingrediente del salnitro.

Fu necessario entrare in alcune particolarità a fine di spiegare la natura e gli oggetti di quei rami della scienza naturale più o meno connessi colle matematiche, perchè altrimenti sarebbe stato difficile intenderne subito l' importanza, e gustare l' istruzione che forniscono. Ma gli altri rami non richiedono che si continui lo stesso corso. Quando si sa che la chimica insegna la natura di tutti i corpi; le relazioni che le sostanze semplici hanno col calorico e l' una coll' altra; la composizione di quelle che la natura produce in uno stato composto; e l' applicazione del tutto alle arti ed alle manifatture, il valore e l'interesse di quella scienza è subito inteso. Alcuni rami della filosofia sono principalmente utili ed interessanti a certe classi particolari, come ai chirurghi ed ai medici. Altri sono facilmente intesi coll' ajuto dei principii della meccanica e della chimica, di cui non sono altro che applicazioni ed esempj; come quelli che insegnano la struttura della terra e le mutazioni alle quali è andata

soggetta; i moti dei muscoli, e la struttura delle parti degli animali; le qualità delle sostanze animali e vegetali; e quel dipartimento dell' Agricoltura che tratta dei suoli, della coltivazione, e degli attrazzi campestri. Altri rami sono soltanto collezioni di fatti, curiosissimi ed utilissimi, ma che qualunque lettore od uditore intende così chiaramente e prontamente, come una persona che ne faccia uno studio particolare. A questa classe appartiene la Storia Naturale, per ciò che riguarda gli abiti degli animali e delle piante, e la sua applicazione a quella parte dell' Agricoltura che tratta dei bestiami e del loro governo.

IV. APPLICAZIONE DELLA SCIENZA NATURALE AL MONDO ANIMALE E VEGETALE

Ma per maggiormente illustrare i vantaggi della filosofia, e la sua tendenza ad allargare la mente, non meno che ad interessarla piacevolmente ed utilmente, daremo ancora alcuni esempj delle singolari verità che si sono scoperte applicando le matematiche, la meccanica e la chimica agli abiti degli animali e delle piante; e ne aggiungeremo alcuni altri delle osservazioni più comuni e più facili, ma poco meno interessanti, fatte sopra quegli abiti, senza l'ajuto delle scienze più profonde.

Vi ricorderete della linea curva che i matematici chiamano Cicloide. È quella, che qualunque punto d' un circolo, in moto per un piano, ed intorno al suo centro, descrive nell'aria; così che il chiodo d' una ruota di carro

descrive una cicloide, mentre il carro va innanzi, e la ruota stessa gira intorno al suo asse nel medesimo tempo che è tirata innanzi sul suolo. Questa curva ha certe proprietà d'una specie particolare e singolarissima rispetto al moto. Una è, che se un corpo qualunque si move in una cicloide per proprio peso o impulso, insieme con qualche altra forza che gli agisca sopra, andrà per tutte le distanze della stessa curva, esattamente nel medesimo tempo; e si sono quindi costrutti dei pendoli in siffatta maniera, che descrivano delle cicloidi, o curve quasi come cicloidi, e che si muovano quindi in tempi uguali, sia che percorrano una lunga o corta parte della stessa curva. In oltre, se un corpo deve discendere da un qualunque punto a qualsivoglia altro, non perpendicolarmente, per via di qualche forza che gli agisca sopra insieme colla sua gravità, la linea per cui andrà più presto sarà la cicloide; non la linea retta, malgrado che sia la linea più corta che si possa tirare fra i due punti, nè verun altra curva qualunque, benchè molte siano assai più piatte, e quindi più corte che la cicloide — ma la cicloide che è più lunga che molte di loro, è nulladimeno, di tutte le linee curve o rette che si possono descrivere, quella che il corpo percorrerà in più breve tempo. Supponete ancora, che il corpo si debba movere da un punto ad un altro, colla sua propria gravità, e qualche altra forza che agisca con essa, ma per traversare un certo spazio, — come cento tese — il corso che deve prendere per far questo nel più breve tempo possibile, è quello

della cicloide; o bisogna descrivere in cicloide la lunghezza di cento tese, e allora il corpo discenderà per le cento tese in minor tempo che non impiegherebbe a percorrere la medesima distanza in qualunque altra linea. Si crede che gli uccelli che nidificano nelle rocce, come l'aquila, piombano o volano giù d' altezza in altezza in questo corso. È impossibile fare delle osservazioni esatte sopra il loro volo; ma v'è fra il loro corso e la cicloide una generale rassomiglianza che ha tratto alcuni uomini ingegnosi ad adottare questa opinione.

Se abbiamo una certa quantità di qualsivoglia sostanza, una libbra di legno, per esempio, alla quale vogliamo dare la figura che occupi meno luogo, bisogna che ne facciamo un globo; in questa figura avrà la menoma superficie. Ma supponete che abbiamo bisogno di formare la libbra di legno in modo che movendosi per l'aria o per l' acqua incontri la minor possibile resistenza; allora noi dobbiamo allungarlo ad una distanza infinita finchè diventi non solamente come un lunghissimo spillo, ma sempre più sottile e sempre più lunga, finchè sia totalmente una linea retta, e non abbia o larghezza o densità percettibile. Se volessimo conformare la detta quantità di materia in modo che avesse solamente una certa lunghezza, come d' un piede, ed una certa grandezza nella sua parte più larga, come di tre oncie, e che si movesse per l' aria o per l' acqua colla minor possibile resistenza che un corpo di queste dimensioni possa incontrare, allora dobbiamo dargli una figura d' una specie particolare chiamata *solido della menoma resi-*

stenza, perchè di tutte le figure che si possono dare al corpo, lasciandogli la stessa lunghezza e la stessa larghezza, questa lo renderà atto a muoversi colla menoma resistenza per l' aria o per l' acqua, o per qualunque altro fluido. Un difficilissimo concatenamento di ragionamento matematico, per via dei più alti rami dell' Algebra, conduce alla conoscenza della curva, che rivolgendosi intorno al suo asse, fa un solido di questa figura, nello stesso modo che un circolo, così rivolgendosi, fa una sfera o globo; e questa curva rassomiglia certamente moltissimo alla parte anteriore di un pesce. Dunque la natura, (per la quale noi sempre intendiamo il Divino fattore della natura) ha formato i pesci in tal guisa, che secondo i principii matematici, nuotano colla massima facilità per l' elemento nel quale vivono. *

Supponete che sulla parte interiore di questi pesci fosse generato un insetto dotato di qualità sufficienti per ragionare sulla sua propria condizione, e sul moto del pesce al quale appartenesse, ma che non avesse mai scoperta tutta la grandezza e forma di quella parte del pesce: esso troverebbe certamente la forma difettosa, e si immaginerebbe che il pesce avrebbe potuto essere formato in modo da potersi muovere con meno resistenza; però se ne scorgesse tutta la forma e scoprisse il principio per cui fu preferita, conoscerebbe subito, non solamente che la parte la

* Si trova che le penne de le ali degli uccelli sono poste a *miglior angolo possibile* per portare innanzi l' uccello col loro moto sull' aria.

quale pareva viziosa era maestrevolmente formata, ma che se fosse stata adottata qualunque altra forma, si sarebbe commesso un errore, anzi che vi sarebbe stato *necessariamente* un errore; e che la forma adottata era la miglior forma possibile. Lo stesso può essere dell' uomo nell' universo, dove non vedendo egli che una parte del grande sistema, s' immagina che sia difettosa; eppure se gli fosse permesso di esaminare il tutto, quello che gli era paruto imperfetto, gli potrebbe parere necessario per la perfezione generale; cosicchè qualunque altra disposizione anche di quella parte apparentemente imperfetta, avrebbe necessariamente reso il tutto meno perfetto. L' obbiezione comune si è, che la parte la quale par viziosa *avrebbe potuto* evitarsi; ma nel caso della forma del pesce *non era* possibile evitarla.

Si trova per mezzo di ricerche ottiche, che le particelle, o raggi di luce, passando per sostanze trasparenti d' una certa forma, si piegano in un punto sul quale fanno un' immagine o pittura dei corpi luminosi dai quali provengono, o dei corpi opachi dai quali sono riflettute. Così un paio d' occhiali posti fra una candela ed il muro fanno sopra quest' ultimo due immagini della candela, e se vengono posti fra la finestra ed un foglio di carta quando splende il sole, fanno sulla carta un' immagine delle case, alberi, campi, cielo, e nuvoli. L' occhio è composto di parecchie lenti naturali che fanno una pittura sopra una membrana al di dietro del medesimo, e da questa membrana va un nervo al cervello, che porta l' impressione della immagine, pel cui mezzo noi vediamo. Ora fu scoperto da Newton che la luce

consiste di parti di vario colore, le quali si piegano differentemente passando per sostanze trasparenti, cosicchè le luci di parecchi colori si vengono a riunire in punti di differenti distanze, e creano quindi a qualunque distanza un' immagine indistinta. Si trovò per lungo tempo che questo rendeva i nostri telescopj imperfetti, talchè divenne necessario costruirli di specchi, e non di lenti, non essendosi osservato che la medesima differenza avesse luogo nella riflessione della luce. Ma il celebre Dollond fece cinquant' anni dopo un' altra scoperta; che combinando varie sorte di vetro in una lente composta, si può correggere considerevolmente quella differenza, e costrusse i suoi telescopj sopra questo principio. Si trova anche che le differenti lenti naturali dell' occhio sono combinate sopra un principio dello stesso genere. Trent' anni dopo fu fatta una terza scoperta dal signor Blair, del molto superiore effetto che si ottiene da combinazioni de' differenti liquidi nel correggere questa imperfezione; e fa meraviglia il pensare, che quando si viene ad esaminare l' occhio, si trova consistere di differenti liquidi, che agiscono naturalmente sullo stesso principio, così trovato recentemente nell' ottica, per via di molti ingegnosi sperimenti chimici e meccanici.

Inoltre, il punto al quale ogni lente raccoglie la luce è più o meno distante a proporzione che la lente è più piatta o più rotonda, di modo che un piccolo globo di vetro o di qualunque sostanza trasparente forma un microscopio. E questa proprietà della luce dipende dalla natura delle linee, ed è puramente di natura matematica, dopo che si è una volta riconosciuto per via di sperimenti

che la luce si piega in una certa maniera quando passa per corpi trasparenti. Ora gli uccelli che volano per l' aria ed incontrano molti ostacoli, come rami, e foglie d'alberi, hanno talvolta bisogno di avere i loro occhi piàtti il più che sia possibile per maggior sicurezza, ma talvolta gli abbisognano anche il più che sia possibile rotondi, per poter vedere i piccoli oggetti, mosche ed altri insetti, che cacciano per l'aria, ed inseguono con infallibile scopo. Questo non si sarebbe potuto ottenere che dando loro la facoltà di cambiare subitamente la forma dei loro occhi. Hanno quindi la superficie dell' occhio coperta di dure scaglie intorno al punto per cui entra la luce; e sopra queste scaglie si stendono i muscoli o fibre che comunicano il moto; cosicchè, operando con questi muscoli, l'uccello può premere le scaglie, e ridurre la lente naturale dell' occhio ad una forma rotonda quando vuol seguire un insetto per l' aria, e può rallentare le scaglie per appiattare nuovamente l' occhio quando vuol vedere un oggetto distante, o penetrare senza pericolo tra foglie e rami. Questa facoltà di alterare la forma dell'occhio è assai famigliare agli uccelli di rapina. Essi possono quindi vedere i più piccoli oggetti dappresso, e discernere di lontano i corpi più grandi, come una carcassa distesa sul piano, od un pesce moribondo galleggiante sull' acqua.

La natura ha provveduto in un modo singolare a tenere pulita la superficie dell' occhio dell' uccello; a nettare la lente dello stromento si potrebbe dire, ed anche a proteggerla mentre vola rapidamente per l' aria, e per macchie senza impedire la vista. Gli uccelli sono quindi forniti d' una terza

palpebra finissima, che è costantemente mossa con grande velocità sopra la pupilla da due muscoli posti al di dietro dell' occhio. Uno di questi muscoli ha un cappietto alla sua estremità, l'altro un filo che passa per entro quel cappietto, ed è legato all'angolo della membrana, per tirarla innanzi e indietro. Se volete tirare una cosa verso qualunque luogo colla menoma forza, bisogna che la tiriate in linea retta; ma se volete tirarla il più presto possibile, e col massimo comodo, senza aver riguardo a perdita di forza, bisogna che la tiriate obliquamente, tirandola nel tempo stesso in due diverse direzioni. Legate uno spago ad una pietra e tiratelo direttamente verso di voi con una mano; dopo di questo fate un cappietto in un altro spago, passatevi per entro il primo, e tirateli tutti e due uno per mano, non verso di voi, ma di fianco, finchè formino una linea retta, vedrete che la pietra si muove molto più velocemente, che quando la tiravate direttamente verso di voi. Inoltre, se legate due spaghi alle due estremità di una verga, o d' una lista di cartone in una scanalatura, e che li conduciate ad unirsi, ed a passare per un anello, o buco, per ogni pollice che voi li tirerete insieme al di là dell'anello in linea retta, la verga percorrerà due pollici. Ebbene è provato con ragionamento matematico, che questa è una conseguenza necessaria di forze applicate obbliquamente: vi è una perdita di forza, ma un gran guadagno di velocità e di comodo. Questo è precisamente il vantaggio di cui si ha bisogno nella terza palpebra, e l' ordigno è appunto quello d' uno spago, ed un cappietto, mossi ciascuno da un muscolo, come i due spa-

ghi sono mossi dalle due mani nei casi che abbiamo qui supposti.

Il cavallo ha pure una terza palpebra della medesima specie la quale è umettata da una sostanza mucilaginosa con cui coglie la polvere sulla pupilla e la porta via; così che l'occhio è quasi sempre netto, malgrado che sia grandemente esposto per la sua grandezza e per la sua situazione. Questa terza palpebra riceve il suo rapido moto da una sostanza cartilaginosa, ed elastica posta fra la pupilla e la cavità dell'occhio, la quale tira obliquamente e con grande velocità la palpebra sull'occhio, e la lascia poi tornare indietro colla medesima prestezza. Vi sono delle persone ignoranti, che quando questa palpebra è infiammata per raffreddore, e gonfia tanto che si vede, la qual cosa non accade mai mentre il cavallo è sano, la prendono per un difetto, e la tagliano via; così mostrando come l'ignoranza, e la crudeltà producono sovente gli stessi mali.

Se una qualunque quantità di materia, come una libbra di legno o ferro, si conforma in una verga di una certa lunghezza, dicasi un piede, la verga sarà forte in proporzione della sua densità; e se la figura è la stessa, quella densità non si potrà accrescere che facendo la verga vuota. Le verghe vuote o tubi della stessa lunghezza, e quantità di materia, hanno quindi più forza che le verghe solide. Questo principio è ora così bene inteso, che gl'ingegneri fanno vuoti i loro assi, ed altre parti delle loro macchine, e quindi più forti collo stesso peso e quantità di materia, che non sarebbero altrimenti. Ma gli uccelli hanno le ossa più grandi a proporzione del loro peso:

le loro ossa sono più vuote che quelle degli animali che non volano: ed hanno perciò tutta la forza che abbisognano senza dover portare più peso che non sia loro assolutamente necessario. Le loro penne derivano la loro forza dalla medesima costruzione. Oltre a questo essi possedono un' altra particolarità che li aiuta considerevolmente nel loro volo. Gli altri animali non hanno veruna comunicazione tra i vasi aerei dei loro polmoni, e le parti vuote dei loro corpi; ma gli uccelli l' hanno; e in questo modo essi possono gonfiare i loro corpi appunto come noi gonfiamo una vescica, e farsi più leggieri quando vogliono volare verso terra più lentamente, od alzarsi con maggior velocità, o tenersi più facilmente per aria; mentrechè scemando la loro grandezza, e chiudendo le ali, essi possono precipitarsi giù più prestamente quando inseguono, o sono inseguiti eglino medesimi. I pesci possedono un vantaggio dello stesso genere ma con mezzi diversi. Hanno nei loro corpi delle vesciche le quali possono gonfiare, o restringere a loro piacere: quando vogliono alzarsi per l' acqua, essi empiono la loro vescica, e questo li rende più leggieri: quando vogliono discendere, essi premono la loro vescica, e stringono l' aria in uno spazio minore, e questo li rende più pesanti. Se la vescica scoppia, il pesce resta al fondo, e non si può alzare che per mezzo dei più laboriosi sforzi delle sue pinne e della sua coda. Così i pesci piatti, come le razze, ed i rombi, che non hanno le vesciche, s' alzano raramente sull' acqua, ma si trovano al fondo del mare, o dei fiumi.

Se avete un certo spazio, dicasi una camera,

da empiere di armadii, o di piccole celle, tutte della stessa grandezza e forma, vi sono solamente tre figure le quali vi permetteranno di empiere la camera senza perdere veruno spazio fra una cella e l' altra; bisogna che siano quadre, o di tre lati eguali, o di sei lati eguali. Con ogni qualunque altra figura voi perdereste dello spazio fra le celle. Questo non è difficile ad intendersi badandovi un po' sopra; e si prova con ragionamento matematico. Di queste tre figure, quella di sei lati è la più conveniente, perchè i suoi angoli sono più piatti, e ponendovi dentro qualunque corpo rotondo presenta quindi più spazio, perdendone meno negli angoli. Questa figura è anche la più forte delle tre; e sarà meno danneggiata da qualunque pressione di dentro, o di fuori, avendo essa un certo che della fortezza d' un arco. Una figura rotonda sarebbe ancor più forte, ma allora si perderebbe dello spazio fra i circoli, mentre che colla figura di sei lati non se ne perde nulla. Ebbene è un fatto non meno sorprendente che vero, che le *api* fabbricano le loro celle appunto di questa forma, e risparmiano così e spazio e materiali più che non potrebbero risparmiare adattando qualunque altra figura. Esse fabbricano nella miglior forma possibile pel loro divisamento, il quale si è di rispamiare tutto lo spazio e tutta la cera che possono. Questo è quanto alla forma delle pareti di ciascuna cella; ma la volta ed il pavimento, ossia la punta ed il fondo, sono costrutte sopra principii ugualmente veri. Provano i matematici, che per dare la massima forza, e risparmiare il massimo spazio, la volta ed il pavimento debbono

essere fatti di tre superficie piane che s' incontrino in un punto; e provano inoltre per una dimostrazione che appartiene alle parti più sublimi dell' algebra, che vi è un angolo od inclinazione particolare di quelle tre superficie piane, il quale presenta un maggiore risparmio di materiali e di lavoro che qualunque altra inclinazione. Ebbene le api fanno precisamente le punte, ed i fondi delle loro celle di tre superficie piane che s' incontrano in un punto, e le inclinazioni od angoli ai quali esse s' incontrano sono esattamente quelli che i matematici trovano essere i migliori possibili per risparmiare cera e lavoro.* Chi s' andrebbe a sognare che le api conoscano il ramo più sublime delle matematiche — frutto della più maravigliosa scoperta di Newton, e risultato di cui era ignorante egli stesso, non essendo stato trovato che varii anni dopo la sua morte da uno dei suoi più celebri seguaci? Questo piccolo insetto lavora con una precisione e giustezza che sono perfette, e conformi a principii ai quali l' uomo è solamente arrivato dopo secoli di lento progresso nel più difficile ramo della scienza più

* Koenig, discepolo di Bernouilli, e Maclaurin, provarono con acutissime investigazioni, fatte coll' aiuto del calcolo delle flussioni, che per risparmiare la maggior quantità possibile di cera, e di lavoro bisogna che l' angolo attivo sia di 109.° 28 e l'acuto 70.° 32. Maraldi trovò, avendoli realmente misurati, che gli angoli sono 110.° e 70 circa. Questi angoli non variano mai in verun luogo; ed è anche singolare che le ale delle api sono in ogni paese della stessa grandezza essendo quelle dei maschi 5|18 d' un' oncia di larghezza, e quelle delle femmine 13|60.

difficile. Ma al potentissimo e sapientissimo Creatore, che fece l' insetto ed il filosofo, dotando quest' ultimo di ragione e dando all' altro la facoltà di lavorare senza l' ajuto d' essa, sono conosciute tutte le verità ab eterno, con una intenzione che supera perfino l' immaginazione degli uomini più savii.

Vi ricorderete che quando si attigne, o succhia fuori l' aria da qualunque vaso, esso rimane privo della forza necessaria a resistere la pressione dell' aria al di fuori; ed i lati del vaso sono quindi premuti violentemente addentro: un bicchiere piatto si romperebbe a meno che non fosse assai denso; uno rotondo avendo la forza d' un arco, resisterebbe meglio; ma qualunque sostanza tenera come cuoio o pelle, sarebbe schiacciata o premuta insieme immediatamente. Se l' aria fosse solamente succhiata fuori a poco, a poco, il vaso sarebbe schiacciato gradatamente; o se fosse solamente succhiata fuori mezza, la pelle sarebbe solo schiacciata parzialmente. Questo è il processo per cui le api attingono la fina polvere ed il suco dei fiori concavi, come il caprifoglio, ed alcune specie di lunghi digitelli, nei quali esse non possono entrare perchè sono troppo stretti. Turano la bocca del fiore coi loro corpi, e succhiano fuori l' aria, od almeno una gran parte della medesima: questo fa che i teneri lati del fiore si chiudono, e premono la polvere ed il suco verso l' insetto così bene come se vi si adoperasse una mano al di fuori.

Rammentatevi siccome questa pressione o peso dell' aria è dimostrata dal barometro, e dalla macchina pneumatica. Il suo peso è a un di-

presso di quindici libbre sopra ogni oncia quadrata; cosicchè se noi potessimo interamente premere fuori l' aria di mezzo alle nostre mani esse si serrerebbero insieme con una forza eguale alla pressione del doppio di questo peso, perchè l'aria premerebbe contro tutte e due le mani; e se potessimo succhiare o premere via l' aria fra una mano ed il muro, la mano si applicherebbe fortemente al muro, essendo or spinta contro da un peso di più di dugento libbre, cioè da circa quindici libbre per ogni oncia quadrata della mano: ebbene da una curiosissima scoperta recentemente fatta da sir Edward Home, il distinto anatomista, si trova che questo è precisamente il processo per via del quale le *mosche* ed altri insetti dello stesso genere possono camminare per superficie perpendicolari, per liscie che siano, come i lati delle pareti, ed i vetri delle finestre, ed anche per la volta d' una camera coi loro corpi in giù, ed i loro piedi in su, colla medesima facilità; esaminando i loro piedi con un microscopio, si trova che sono guerniti d'una membrana, come quelli delle anitre e delle oche; e per mezzo di forti pieghe hanno la facoltà di applicare strettamente la membrana al vetro, od al muro per cui camminano e di premerne via l' aria perfettamente, a segno di fare un vacuo tra il piede, ed il vetro o muro. La conseguenza di questo si è, che l' aria preme il piede contro il muro con una forza che, paragonata al peso della mossa, è assai considerevole; perocchè sei suoi piedi sono nella stessa proporzione al suo corpo, come quelli dell' uomo al suo, poichè con una sola mano applicata alla volta della camera, in modo che facesse

un vacuo, noi potremmo sostenere più che il nostro proprio peso, la mosca può facilmente camminare sopra quattro piedi nella stessa maniera mediante il vacuo che fa coi medesimi.

Si è anche trovato che alcuni dei più grandi animali di mare hanno la facoltà di arrampicarsi per le superficie perpendicolari e liscie delle colline di ghiaccio, fra le quali vivono per mezzo della medesima conformazione, condotta solamente sopra proporzioni più grandi. Alcune specie di *lucerte* hanno parimenti il potere di arrampicarsi, e di camminare per la volta d' una camera coi loro corpi spenzolanti in giù, e lo fanno anche cogli stessi mezzi. Nei grandi piedi di questi animali si può osservare facilmente che coll' ajuto dei loro diti e muscoli, essi distendono sul muro la loro membrana, e ne escludono l' aria; ma è lo stesso meccanismo che quello del piede della mosca, e della farfalla, ed ambedue le operazioni, l' arrampicarsi del cavallo marino sul ghiaccio, e l' aggrapparsi della mosca sulla finestra, o volta, si fanno esattamente colla stessa forza. Il peso dell' atmosfera che preme il mercurio nel barometro, fa fischiare il vento nel buco della serratura, e discendere il pistone in una vecchia macchina a vapore.

Benchè i filosofi siano di diverso parere sull'azione peculiare che la luce esercita sulla vegetazione, e che vi sia perfino qualche dubbio intorno alla decomposizione dell'aria, e dell'acqua durante quel processo, la necessità della luce al crescimento e salute delle piante è incontestabile: senza di essa non hanno nè colore nè sapore, nè odore, e sono quindi conformate

quasi tutte in modo di riceverla in ogni tempo che loro splende sopra. Si trova che i loro calicetti, ed i loro piccoli aggregati di foglie prima che s' aprano, sono più o meno animati dalla luce, così che s'aprono e la ricevono. In molte specie di piante questo è più evidente che in altre; i loro fiori si chiudono intieramente di notte, e s' aprono di giorno. Alcuni si rivolgono costantemente verso la luce, quasi seguendo il sole mentre fa, o sembra fare la sua rivoluzione, cosicchè ricevono la maggior quantità possibile de' suoi raggi. Così il trifoglio in un campo segue il corso apparente del sole. Ma tutte le foglie delle piante si rivolgono al sole, in qualunque modo siano situate, perchè la luce è essenziale alla loro prosperità.

La leggerezza del gas infiammabile è bene conosciuta. Quando se n' empiono delle vesciche di qualunque grandezza, esse s' alzano in su, e nuotano per l' aria. Ebbene un fatto curiosissimo verificato dal signor Knight si è, che la finissima polvere, per mezzo della quale le piante si fecondano l' una l' altra, è composta di picciolissimi globetti ripieni di quell' aria; insomma, di piccoli palloni volanti. Questi globetti sono così mandati per l' aria dal maschio, ed abbattendosi contro la femmina, ne sono ritenuti da un visco preparato espressamente per fermarli, del quale venendo essi umettati scoppiano, quivi lasciando la loro sostanza mentre che il gas che lor dava la facoltà di nuotar per l' aria, se ne fugge via. La natura ha anche provveduto semplicissimamente, in certi casi, che i fiori maschi e femmine della medesima pianta non si fecon-

dino insieme, perchè questo deteriorerebbe la razza dei vegetabili, nello stesso modo che deteriora quella degli animali. Ha disposto che il fior maschio versi la sua polvere prima che la femmina della stessa pianta sia in istato di esserne fecondata; talchè questo si deve poi operare dalla polvere di qualche altra pianta, così venendosi ad incrociare le razze. Il gas di cui sono ripieni i globetti è essenzialissimo all' operazione, poichè esso li trasporta a grandi distanze. Così, per esempio, si è conosciuto che una piantagione di tassi ne ha fecondato un' altra a varie centinaja di tese di distanza.

Il modo col quale alcune piante rampicano su per le mura, e vi si appendono merita attenzione. La *Clematide* ha un piccolo viticcio, che finisce in una specie di mano, le cui dita hanno tutte una protuberanza coperta di spesse e piccolissime barbe, esse crescono nei pori invisibili del muro, e gonfiandovi dentro vi si tengono finchè la pianta cresce, e la impediscono di cadere; ma quando la pianta muore, essi tornano sottili, e n'escono fuori, cosicchè la pianta cade poi giù.

La *vaniglia* delle Indie Occidentali rampica per gli alberi anche per mezzo di viticci; ma quando si è una volta appesa, i viticci cadono e si formano le foglie.

Si trova per mezzo di sperimenti chimici, che il suco dello stomaco degli animali (chiamato suco *gastrico* da una parola greca che significa stomaco) ha delle proprietà particolarissime. Benchè sia per lo più un liquore insipido, chiaro, ed apparentemente assai semplice, possiede però delle facoltà straordinarie di dissolvere le sostanze

colle quali viene in contatto, o si mischia, e varia in differenti classi d' animali. In un rispetto esso è lo stesso in tutti gli animali, non assale i corpi vivi, ma solamente i morti; cosicchè le sue proprietà di dissolvere non danneggiano punto gli animali medesimi nei cui stomachi esso resta senza recare loro mai il menomo pregiudizio. Questo suco differisce nei diversi animali secondo il cibo del quale essi si nutricano; così, negli uccelli di rapina, come il nibbio, il falcone ed il gufo, esso agisce solamente sulla materia animale, e non dissolve i vegetabili; in altri uccelli, ed in tutti gli animali che si cibano di piante, come i buoi, le pecore, le lepri, esso dissolve la materia vegetabile, come l'erba, ma non s' appicca a nessuna specie di carne. Si è verificato questo facendo loro ingollare delle palle ripiene di carne, e forate per varii versi affinchè il suco gastrico potesse approssimarsi alla carne, ed avendo trovato che non vi produsse sopra nessun effetto. Possiamo inoltre osservare che esiste una curiosissima e bellissima corrispondenza tra il suco dello stomaco di differenti animali, e le altre parti dei loro corpi, connesse colle importanti operazioni del mangiare e digerire il loro cibo. L'uso del suco è chiaramente di convertire ciò che mangiano in un fluido dal quale con varii altri processi vengono poi formate tutte le loro parti, cioè il sangue, le ossa, i muscoli ecc. ma prima bisogna che il cibo sia preso, e poi preparato per via della masticazione all' azione del suco. Ora gli uccelli di rapina hanno degli strumenti, le unghie ed il becco, per lacerare e divorare il loro cibo (vale a dire, animali di vario

genere), ma quegli strumenti non servono a beccare granelli, e ad infrangerli; essi hanno quindi un suco gastrico che dissolve gli animali che mangiano; mentrechè gli uccelli che hanno un becco solamente atto a beccare granelli ed a romperli, hanno un suco che dissolve i granelli e non le carni. Anzi si trova che il suco non può dissolvere i granelli, se questi non sono prima infranti; questo fatto si può agevolmente verificare mettendo in un vaso alcuni granelli con un po' di suco; così gli uccelli hanno un ventriglio, e gli animali che si cibano d' erba hanno denti piatti, che pestano e macinano il loro cibo, prima che venga esposto all' azione del suco gastrico.

Abbiamo veduto come *l' ape* lavori secondo le regole scoperte dall' uomo migliaia d' anni dopo che quell' insetto le aveva seguite con perfetta accuratezza. Pare che quel medesimo animaletto conosca altri principii che noi ignoriamo tuttora. Incrociando le razze noi possiamo variare le forme dei bestiami con sorprendente raffinatezza; ma non abbiamo verun mezzo d' alterare la natura d' un animale una volta che è nato. È però fuori di dubbio che le api possedono questo segreto. Quando perdono la loro regina per morte, od altrimenti esse eleggono un bacherozzolo fra quelli che sono nati per lavorare; fanno di tre celle una sola cella, e ponendovi dentro il bacherozzolo, gli costruiscono un tubo intorno; dopo di questo fabbricano un' altra cella a guisa di piramide nella quale allevano il bacherozzolo, nutrendolo di cibo particolare, ed avendone la massima cura. E quando egli si trasforma di ba-

cherozzolo in mosca, diventa non un' ape lavoratrice ma una regina.

Questi singolari insetti hanno qualche somiglianza colla nostra specie in una delle nostre peggiori propensioni, quella cioè della guerra; ma il riguardo che hanno al loro sovrano è ugualmente straordinario, benchè sia d' un genere piuttosto capriccioso. In poche ore dopo la perdita della loro regina, tutto l' alveare è in uno stato di confusione. Si sente un ronzìo singolare, e si vedono le api correre velocemente per la superficie dei favi. La notizia si sparge prestamente, e tosto che la regina è rimpiazzata, tutto ritorna tranquillo. Ma se si pone in mezzo a loro un' altra regina, esse scorgono subito l' inganno, e se le fanno tutte intorno, finchè la soffocano, o la fanno morir di fame. Questo accade solamente quando s' introduce in mezzo a loro una regina poche ore dopo che hanno perduto la loro; ma dopo lo spazio di ventiquattr' ore, esse ricevono, e prestano ubbidienza a qualunque regina che loro si dà.

I lavori, e la politica delle *formiche*, se si esaminano minutamente, si trovano forse ancor più maravigliosi, che quelli delle api. Il loro nido è una città composta d' abitazioni, di logge, di piazze, e di contrade che mettono capo alle piazze. Il loro cibo prediletto è una sorta di miele prodotto da insetto che dimora nella loro vicinanza e da loro colto a misura che ne hanno bisogno. Si è scoperto recentemente ch' esse non mangiano grano, ma che vivono interamente di cibo animale, e di questo miele. Vi sono alcune specie di formiche le quali hanno la previdenza di

portarsi a casa gli insetti che producono quel miele di cui si cibano, e di tenerli in certe celle particolari bene guardati, affinchè non isfuggano, e bene nutriti di materie vegetabili, che le formiche non mangiano elleno stesse. Pare anzi, che esse si procacciano le uova di quegli insetti, e che attendono a farli nascere, e ad allevarli finchè siano capaci di loro supplire il desiderato miele. Esse li pongono talvolta nelle parti più forti del loro nido, dove hanno delle celle apparentemente fortificate per difenderli da invasioni. In quelle celle esse conservano gl' insetti acciocchè provvedano ai bisogni di tutte le formiche di cui si compone la popolazione della città. Un' altra circostanza singolarissima nell' economia della natura si è, che il grado di freddo che fa intorpidire la formica è lo stesso che fa cadere l' insetto nel medesimo stato. Questo grado è considerabilmente al disotto di quello del gelo; cosicchè le formiche hanno bisogno di nutrimento la maggior parte dell' inverno; e se gli insetti che glielo somministrano non si serbassero vivi, ed attivi durante tutto quel tempo, esse resterebbero senza mezzi di sussistenza.

Benchè questi animaletti paiano totalmente insignificanti nel nostro clima, in alcuni paesi tropici sono quasi le creature più formidabili che vi si trovino. Il signor Malouet, viaggiatore che tenne recentemente un' alta carica nel Governo francese, ha descritto una delle loro città; e se la sua relazione non fosse confermata da varii testimonii, potrebbe parere esagerata. Egli osservò di lontano qualche cosa che gli sembrava un superbo edifizio, e fu informato dalla sua

guida che era una città delle formiche, la quale non avrebbe potuto approssimare senza esporsi al pericolo di esserne divorato. La sua altezza era da 15 a 20 piedi, e la sua base di 30 o 40 piedi quadrati. I suoi lati avevano l'inclinazione della parte inferiore d'una piramide, cui siasi tagliata la punta. Fu informato che diveniva necessario distruggere quei nidi, radunando una forza d'uomini bastante a scavare un fosso tutto intorno, e ad empierlo di fascine, alle quali si metteva poi fuoco, mentre che da una certa distanza si cannoneggiavano le mura, per farne uscire gl'insetti, ed obbligarli a precipitarsi nelle fiamme. Questo avvenne nell'America meridionale; ma vi sono viaggiatori che hanno trovato anche in Affrica degli stabilimenti di questi animali, non meno formidabili nè di numero, nè di forza.

Gli antichi scrittori di libri sopra gli abiti di alcuni animali abbondano di racconti che non meritano gran credito. Ma i fatti qui addotti rispetto alla formica, ed all'ape si possono considerare come autentici. Essi sono il risultato di osservazioni e sperimenti fatti assai recentemente con grande accuratezza da parecchi uomini sommamente onorandi, ed intelligenti; e la maggior parte dei medesimi sono anche confermati dalla testimonianza di varii osservatori che hanno assistito alle investigazioni. * Gli abiti dei

* Nel caso del signor Huber, il più eminente di tutti questi naturalisti, la presenza di altre persone era totalmente indispensabile, perocchè egli era assolutamente cieco e non poteva condurre i suoi sperimenti che per mezzo d'assistenti.

castori sono parimente bene autenticati, ed essendo più facilmente osservati, sono certificati da maggior numero di testimonj. Questi animali a poter meglio vivere sopra la terra, o nell' acqua, sono forniti di due piedi membranosi come quelli delle anitre, o dei cani d' acqua, e di due come quelli degli animali di terra. Quando vogliono fabbricarsi un' abitazione o piuttosto città, poichè serve a tutto il corpo, essi eleggono un terreno piano traversato da un fiume; poi arrestano il fiume con ripari a modo di fargli formare un lago, mostrando in questa operazione un' abilità non punto minore della nostra. Dopo di questo, piantano delle file di pali, di cinque o sei piedi d' altezza, intrecciano ciascuna fila di verghe, ed empiono d' argilla gl' interstizii con tutta la forza che si richiede a fare il tutto solido, ed a prova d' acqua.

Questa diga è costrutta anch' essa sopra principii verissimi, perocchè il lato opposto alla corrente dell' acqua è obbliquo, e l' altro perpendicolare; la sua base ha dieci o dodici piedi di densità, e la sua cima solamente due o tre; ed ha talvolta un centinajo di piedi di lunghezza. * Formato e

* Se la base ha dodici piedi di densità, e la sommità tre piedi, e che l' altezza sia di otto, la faccia dev' essere quella di un triangolo rettangolo alto otto piedi. Questa sarebbe l' esatta proporzione, che, secondo principii matematici, si richiede a dare la maggior possibile resistenza all' acqua nella tendenza che ha a rovesciar via la diga, purchè i materiali di cui è composta sieno più leggieri che l' acqua nella proporzione di 44 a 100; ma i materiali sono probabilmente più pesanti che l' acqua oltre il doppio, e la forma così piatta

assicurato il lago in questa maniera, eglino vi costruiscono intorno le loro case che sono celle, coperte di volte sospese sopra pilastri, e fatte di pietre, di terra, e di ramicelli, con muraglie due piedi dense, e così bene intonacate come se vi si fosse adoperata la cazzuola. Essi hanno talvolta due o tre piani per ritirarvisi in caso d' inondazioni, ed hanno sempre due porte, una verso l' acqua, e l' altra verso terra. Conservano le loro provvisioni per l' inverno in magazzini, e le traggono fuori per usarli; fanno i loro letti di muschio, e vivono di scorze d'alberi, di gomme, e di gamberi. Ciascuna casa ne contiene da venti a trenta, ed il numero delle case è generalmente da dieci a venticinque in tutto. Alcune delle loro comunità sono più numerose che altre, ma sono raramente composte di meno di trecento abitanti. Essi tutti prendono parte ai loro comuni lavori: alcuni rodono gli alberi ed i rami per fare pali e travi; altri conducono i materiali sul luogo; altri si tuffano nell' acqua a far buca coi loro denti per piantarvi i pilastri; altri battono e mischiano il loto; ed altri lo portano sulle loro larghe code e lo applicano colle medesime.

della diga è forse adottata contro un pericolo più imminente; quello cioè che la diga invece di essere rovesciata, non sia spinta innanzi dall' impeto dell' acqua, e portata via in questo modo. Non possiamo calcolare quali sieno le proporzioni che presentano la maggior possibile resistenza a questa tendenza, senza prima conoscere la tenacità dei materiali, e la loro gravità specifica. Si potrebbe probabilmente trovare che la diga è costrutta in modo da resistere colla massima forza alle due pressioni congiunte insieme.

Alcuni sopraintendono agli altri, e fanno de' segnali con forti colpi della loro coda, ai quali quelli prontamente obbediscono, o correndo al luogo in cui è necessario il loro lavoro, o a chiudere qualunque buco fatto dall' acqua; o a difendersi, od a salvarsi, quando sono assaliti da un nemico.

L' attitudine che differenti animali hanno, per via della loro struttura, alle circostanze nelle quali si trovano, presenta un soggetto infinito di curiose ricerche e di piacevoli contemplazioni. Così il cammello che vive in deserti arenosi, ha le unghie assai larghe per meglio potersi sostenere sopra quello sdrucciolevole suolo; ed anche un serbatojo nel suo corpo, che gli permette di conservarsi dell' acqua parecchi giorni, per potersene poi servire quando non ne trova più sul suo cammino. Siccome questo sarebbe inutile in vicinanza di fiumi o di pozzi, come anche nel deserto, nel quale non v' è acqua, par fuori di dubbio che quell' apparato o serbatojo è destinato ad ajutare il cammello a traversare da un luogo del deserto ad un altro. Nel piede di questo animale si osserva una singolare ed assai bella disposizione della natura per renderlo capace di sostenere la fatica de' suoi lunghi viaggi sotto la pressione del suo grave peso. Oltre la pieghevolezza delle ossa, e dei ligamenti, che dà elasticità ai piedi del daino e d' altri animali, nel piede del cammello fra l' unghia e le ossa, v' è un cuscino come una palla, di materia tenera, quasi fluida, ma che contiene una grande quantità di fili estremamente elastici, intrecciati colla sostanza polposa. Così quel cuscino cangia facilmente di forma quando

è premuto, nondimeno ha una molla così elastica, che le ossa del piede vi premono sopra senza essere offese dal grave corpo che sostengono, e questo grosso animale fa i suoi passi colla medesima flessibilità che un gatto.

Nè è mestieri andare al deserto per vedere un esempio di maestrevole struttura: le membra del *Cavallo*, in questo rispetto, sono sorprendenti. Le ossa de' suoi piedi non sono poste direttamente sotto il peso; se fossero in una posizione diretta formerebbero un solido pilastro, ed ogni loro movimento produrrebbe una scossa. Sono poste di schiancio ossia obbliquamente, e connesse insieme con un ligamento elastico sulle loro superficie inferiori, di modo che formano delle molle così esatte come quelle che noi facciamo di cuoio, e d'acciaio per le carrozze. Oltracciò la bassezza dell'unghia che si allarga in fuori da ogni lato, e la prominenza che cala giù in mezzo ai quarti, accresce di molto l'elasticità della macchina. Vi sono dei maniscalchi esperti, che, ignorando questo, ferrano il cavallo in modo che gl'inchiodano i quarti, e cagionano una permanente contrazione delle ossa, dei ligamenti, e dell'unghie; cosicchè l'elasticità rimane distrutta; ogni passo del cavallo è una scossa; il piede gli s'infiamma e diventa zoppo. *

Il *Rangifero* abita un paese quasi costantemente coperto di neve. Osservate quanto mira-

* Il signor Bracey Clark ha inventato un ferro pieghevole, che per mezzo d'una giuntura sul dinanzi s'apre e si ristringe, così evitando i mali prodotti dal processo comunemente in uso.

bilmente formata è la sua unghia per andare sopra quella fredda e leggiera sostanza, senza sprofondarvi dentro o gelare. Il di sotto è interamente coperto di pelo, di calda e fitta tessitura; e l' unghia è molto larga, ed opera esattamente come le scarpe da neve che l' uomo porta per premere sopra uno spazio più grande che non è il suo piede, e non isprofondare. Il Rangifero allarga inoltre l' unghia il più ch' egli può ogni volta che la posa sul suolo; ma siccome questa larghezza sarebbe incomoda quando l' unghia è in aria, cagionando una maggiore resistenza, mentre si muove tosto che alza il piede, le due parti, in cui l' unghia è divisa, si riuniscono insieme, in tal modo scemando la superficie esposta all' aria, appunto come gli uccelli fanno col loro corpo ed ale. La forma e struttura dell' unghia è anche bene adattata a raspar via la neve, affinchè l' animale possa giungere a quella particolare specie di muschio o lichene di cui egli si ciba. Questa pianta al contrario delle altre, è nella sua prima floridezza in tempo d' inverno; e così, per la sua grande abbondanza, il Rangifero prospera precisamente nella stagione in cui l' uomo ne ha più bisogno malgrado gli sfavorevoli effetti dell' estremo freddo sul sistema animale.

Vi sono alcuni insetti i cui maschi hanno ale, mentre le loro femmine sono bacherozzoli o vermi. Fra questi, il *Lucciolato* è il più notevole: esso è femmina; ed il maschio è una mosca che, senza la luce da quella mandata fuori, avrebbe grandissima difficoltà a trovarla nelle oscure stradicciuole in cui vive.

Si trova nel mediterraneo un pesce singolare chiamato *Nautilo*, dalla sua perizia nella navigazione. Il di dietro della sua conchiglia par la carena di una nave; egli vi si getta sopra, e spiega due sottili membrane che gli servono di vele, mentre adopera i suoi piedi, od antenne invece di remi.

Lo Struzzo fa e cova le sue uova nell' arena: non essendo egli bene formato per giacervi sopra, è provveduto d' un forno naturale dall' arena e dal forte calore del sole. Il *Cuculo* non si fabbrica verun nido, ma fa le uova nei nidi degli altri uccelli; si è però scoperto per via di osservazioni fatte recentemente che egli non fa le uova indiscriminatamente nei nidi di tutti gli altri uccelli, e che sceglie solamente i nidi di quelli che hanno il becco fatto come il suo, e che vivono quindi dello stesso cibo. *L' anitra* e gli altri uccelli che stanno in luoghi fangosi hanno il becco d' una forma particolare: è fatto in modo che serve come un colatoio a separare le parti fine del liquido dalle grosse; ed è più fornito di nervi vicino alla punta che i becchi degli uccelli che si nutrono di sostanze più esposte alla luce; così che essendo più sensitivo, serve meglio a cercare tentone il cibo nell' acqua torbida. Il becco del *Beccaccino* è coperto d'un curioso intreccio di nervi per lo stesso fine; ma non è forse altro uccello al cui bisogno la natura abbia provveduto, in questo rispetto, in un modo così singolare come pel *Toucan* o *Succiauova*, che si nutre principalmente delle uova che trova nei nidi degli altri uccelli, ed in regioni nelle quali i nidi degli uccelli sono per lo

più assai profondi ed oscuri. Il suo becco è largo e lungo; esaminandolo si trova interamente coperto di rami di nervi in ogni direzione, di maniera che introducendosi tentone in un nido profondo, ed oscuro può trovare il suo cammino colla medesima accuratezza che qualsivoglia dito più fino e più dilicato. Quasi tutti gli uccelli fanno i loro nidi di materiali che trovano nel luogo dove abitano, o si servono dei nidi altrui; ma la *Rondine di Java* vive in cavernosi scogli presso al mare, dove non ha materiali per fabbricare. È quindi formata in modo che separa nel suo corpo una specie d' albume col quale si fa un nido tenuto in gran pregio in oriente come cibo squisito.

In molti notevoli casi la natura ha provveduto ai bisogni delle piante in maniere non meno meravigliose. V' è una pianta, la *Muscipula Dionea* o *Silene* che ha delle piccole punte al di dentro di due foglie, o mezze foglie unite insieme per via d' una cerniera, e fornite d' un sugo ossia siroppo che serve d' esca per allettare le mosche. In questo siroppo, e sulla sola parte di ciascuna foglia che è sensitiva al tatto, stanno erette varie picciole spine o punte. Così, quando la mosca si viene a posare in questa parte, le due foglie si chiudono, ed uccidono e schiacciano l' insetto, il cui sugo, non che l' aria che sorge dalla sua putrefazione servono di nutrimento alla pianta.

Nelle Indie occidentali, ed in altri paesi caldi d' America, dove sta talvolta gran tempo senza piovere, cresce sopra i rami degli alberi, ed anche sopra la scorza del tronco una specie di

pianta chiamata *Pino salvatico*. Ha le foglie concave, fatte come borse, le quali sono come piccoli serbatoi d' acqua: perocchè la pioggia lor cade dentro per canali che si rinchiudono alla punta tosto che son pieni, e che le impediscono di svaporarsi. La semenza di questa utile pianta ha delle piccole fila leggerissime, per mezzo delle quali, quando nuota per aria, si apprende a qualunque albero che incontri, vi cade sopra, e vi cresce. Dovunque mette radici, quand' anche fosse al di sotto d' un ramicello; cresce ritto in su, altrimenti le foglie non potrebbero contener acqua. Ogni foglia ne contiene da due o tre bicchieri: e sebbene debba essere di grand' uso agli alberi sopra i quali cresce, gli uccelli, e gli altri animali ne traggono un vantaggio ancora maggiore. Quando troviamo questi pini, dice Dampier, il famoso navigatore, noi foriamo coi nostri coltelli le foglie giustamente al di sopra della radice, e spillandone fuori l'acqua, la prendiamo nei nostri cappelli, siccome ho fatto io stesso diverse volte con mio grande conforto.

È un altr' albero in Giamaica chiamato *Water-with* (con acqua), il quale serve agli stessi usi: di grandezza e di forma è simile ad una vite, e benchè cresca in paesi aridi, è nondimeno così pieno di limpido sugo od acqua, che tagliandone un pezzo lungo due tese, e ponendoselo in bocca, se ne ottiene una bibita abbondante. In oriente si trova una pianta poco presso dello stesso genere, la quale si chiama *Bejuco*. Cresce vicino ad altri alberi cui si avviticchia intorno colla punta inclinata in giù, ma così piena di sugo, che tagliandola ne zampilla fuori

un bel ruscelletto d'acqua; e questa non solamente deve rinfrescare gli alberi che trovansi dappresso, ma fornisce ristoro agli animali, ed allo stanco pastore delle montagne. Nasce nelle stesse regioni la *Nepente distillatoria*, altra pianta d'una struttura ancor più curiosa. Ha dei vasi o tazze naturali che pendono dalle sue foglie, e contengono da due o tre bicchieri d'acqua ciascuno. In questo vegetabile s'incontrano due singolari provvedimenti degni d'osservazione. Cresce sulla bocca del vaso una foglia quasi della stessa grandezza e forma, a guisa di coperchio, la quale impedisce che l'acqua svapori per causa dei raggi del sole; e l'acqua che riempie il vaso è perfettamente dolce e limpida, benchè il suolo in cui tiensi questa pianta sia assai fangoso e nocivo. Il processo della vegetazione filtra o distilla il liquido, così che della peggior acqua che sia produce la migliore. * Il *Palo de Vaca*, ossia *Albero Vacca*, cresce nell'America meridionale sul terreno il più secco e petroso, ed in un clima nel quale per quattro mesi non cade una goccia di pioggia. Forando però il tronco di quest'albero, se ne trae un latte dolce e nutritivo, che i nativi cogliono con piacere in grandi ciotole. Se alcune piante forniscono da bere in questo modo, in luogo dove meno si aspetterebbe, altre preparano, per così dire, abbondante cibo all'uomo in mezzo al deserto. Un solo *Tapioca* produce nella sua midolla da sostenere parecchi uomini per tutta una stagione.

* Si può vedere una di queste piante, benchè piccola, nella bella collezione di Wentworth appartenente al signor Cooper.

V. VANTAGGI E PIACERI DELLA SCIENZA.

Dopo i saggi e gli esempi che abbiamo ora dati della natura ed oggetti della scienza naturale, potremmo procedere ad un campo assai diverso, e descrivere nello stesso modo l' altro gran ramo dell' umano sapere, quello che insegna la proprietà, od abiti della *mente*, le *facoltà intellettuali* dell' uomo, ossia gli attributi del suo intelletto, coi quali egli intende, immagina, rammenta, e ragiona; le sue *facoltà morali* ovvero i sentimenti e le passioni che influiscono sopra di lui; e finalmente, siccome conclusione e risultato tirato dal tutto, i suoi *doveri* verso se stesso come individuo e verso gli altri come membro della società; il quale ultimo articolo ci apre innanzi tutte le dottrine della *scienza politica*, inclusa la natura dei *governi*, e del diritto pubblico, e generalmente delle *leggi*. Ma noi ci asterremo per ora d' entrare in questo campo, e prenderemo piuttosto a ragionare più particolarmente del soggetto che abbiamo avuto principalmente in vista nel corso delle osservazioni precedenti, addotte meramente ad illustrarlo, cioè — l' uso ed il piacere degli studi scientifici.

L' uomo è composto di due parti, corpo e mente, connesse insieme, ma interamente differenti l' una dall' altra: la natura dell' unione; la parte della nostra esterna e visibile struttura nella quale l' unione è peculiarmente formata; o se l' anima sia realmente connessa o no con alcuna parte del corpo, a segno di risedervi —

sono punti finora chiusi al nostro sapere, e tali che resteranno probabilmente sempre nascosti. Ma noi sappiamo colla medesima certezza con cui sappiamo qualunque altra verità, che noi abbiamo una *mente*; e che abbiamo prove della sua esistenza, independente dal corpo, almeno così buone come quelle che abbiamo dell' esistenza del corpo stesso. L' uno e l' altra servono ad usi particolari, ed hanno i loro particolari godimenti. La liberalità della Provvidenza ci ha dotati di sensi, e ci ha forniti di mezzi di gratificarli in differente maniera, ed ampiamente. Finchè noi gustiamo quei piaceri secondo le regole della prudenza, e del nostro dovere, cioè moderatamente, per nostro proprio bene, ed integramente per bene dei nostri simili, noi operiamo piuttosto secondo i fini del nostro essere che contro i medesimi. Ma la stessa liberale Provvidenza ci ha parimente dotati dell' altra natura superiore, — d' intelletto così come di sensi, — di facoltà che sono d' un ordine più elevato, e capaci di godimenti più affinati di quelli che la struttura nostra corporea ci può procacciare; e cercando questi piaceri a preferenza di quelli del senso, noi adempiamo i fini più sublimi della nostra creazione, ed otteniamo una ricompensa presente non meno che una futura. Queste cose si dicono e ripetono sovente, ma non sono per ciò meno vere, o meno degne di profonda attenzione. Notiamo la loro applicazione pratica alle occupazioni e godimenti di tutte le classi della società, cominciando da quelle che formano la gran massa d' ogni comunità, le classi lavoratrici, comun-

que si chiamino i loro impieghi; professioni, mercatura, arti, mestieri ecc.

1.° Il primo oggetto d' ogni uomo che vive della sua propria industria dev' essere quello di provvedere a' suoi bisogni giornalieri. Questo è un uffizio alto, ed importante; merita la sua massima attenzione; include alcuni dei suoi più sacri doveri, tanto verso se stesso, come verso i suoi congiunti, e la sua patria; e sebbene occupandosi di questo egli non sia guidato che dal suo proprio interesse o dalle sue necessità, ciononostante questo impiego lo rende veramente uno dei migliori benefattori della comunità alla quale appartiene. Tutte le altre occupazioni debbono cederla a questa; le ore che destina allo studio devono essere dopo che ha fatto il suo lavoro; la sua independenza, senza di cui non merita d' esser chiamato uomo, esige che prima d'avere alcun diritto a gustare veruna gratificazione dei suoi sensi o della sua mente egli assicuri una comoda sussistenza a se stesso e alle persone che dipendono da lui, e più impara, e più progredisce nelle scienze, e più apprezzerà quella indipendenza, e ancor più quell' industria, quegli abiti di sistematico lavoro, che gli procacciano un bene di sì fatta importanza.

È vero che, in un rispetto, il progresso che egli fa nella scienza gli può servire nelle sue ordinarie occupazioni, affare principale della vita d'ognuno. Non v' è forse ramo d' industria o d' impiego che non possa ricavare vantaggi da una scienza o dall' altra. La necessità della scienza alle professioni più liberali è evidente; e poco meno è

manifesta l' utilità che ridonda a coloro i quali estendono le loro cognizioni oltre i rami di studio cui si limita l' oggetto che si sono più specialmente proposto nella vita. Ma gli altri dipartimenti d' industria derivano appena minor benefizio dalla medesima sorgente. A quante sorta di operai deve essere utile una mediocre conoscenza della filosofia meccanica! A quante altre non è necessaria la chimica! Si vede facilmente che agli ingegneri, orologiaj, strumentaj, curandaj e tintori, queste scienze sono sommamente utili se non necessarie. Ma i falegnami ed i muratori faranno sicuramente meglio il loro lavoro se hanno imparato a misurare secondo le regole della matematica pratica, e se sanno stimare la forza del legno, delle muraglie, e degli archi nel modo che insegna la meccanica pratica; e quelli che lavorano in varii metalli saranno certamente più periti nel loro mestiere se conoscono la natura di quelle sostanze, e le loro relazioni al calore ed agli altri metalli, non che alle arie ed ai liquidi coi quali vengono in contatto. Perfino il bifolco, o manuale, sia che lavori a servizio del suo padrone, o che attenda alla coltura del suo piccolo podere, trarrà gran beneficio pratico. — Sarà necessariamente miglior servo, e più economo, e quindi più agiato contadino, se ha imparato qualche cosa della natura dei terreni, e dei concimi, come insegna la chimica, e qualche cosa degli abiti degli animali, e delle qualità ed incremento delle piante, siccome insegna la storia naturale insieme colla chimica. A dir vero, benchè un uomo non sia nè operaio, nè contadino, ma che abbia solamente a far bollire la

sua pentola, può essere sicuro che la scienza gli mostrerà a meglio cucinare il suo boccone, a risparmiare i suoi combustibili, ed a variare non meno che a migliorare la sua vivanda. L' arte di cucinare bene, ed a buon prezzo è intimamente connessa coi principj della filosofia chimica ed è stata migliorata dalla loro applicazione e lo sarà ancora molto più. Nè vale dire che i filosofi possono scoprire quanto è di mestieri, ed inventare modi pratici, che basta al lavorante d' imparare materialmente senza conoscerne i principii. Esso non lavorerà mai così bene, se ignora i principii; e per una buona ragione: se impara soltanto la sua lezione materialmente, il menomo cambio di circostanze lo imbroglia. Per generale che il metodo sia, sorgeranno sempre dei casi nei quali bisogna variarlo per farne l' applicazione; e se il lavorante sa solamente la regola senza conoscerne la ragione, si deve trovar imbrogliato nel momento che viene richiesto d'applicarla in una nuova maniera. Questo adunque è il primo uso d' imparare i principii della scienza: rende gli uomini più abili, esperti, ed utili nei particolari generi di lavoro col quale si debbono guadagnare il pane, farlo durare lungo tempo, e renderlo saporito.

2.° Ma un altr'uso di siffatta conoscenza a coloro che lavorano è ugualmente ovvio: li pone secondo i loro talenti naturali nella probabilità di poter migliorare l' arte loro, e perfino di far delle scoperte alle scienze connesse colla medesima. Maneggiano giornalmente gli strumenti ed i materiali coi quali si debbono fare nuovi sperimenti; ed osservano giornalmente le opera-

zioni della natura, sia nei moti e nella pressione dei corpi, come nelle loro azioni chimiche dell' uno sopra l' altro. Se non hanno conoscenza di principii, tutte le opportunità di fare sperimenti sono necessariamente perdute, ed i fenomeni, tutti trascurati; ma con questa conoscenza hanno più probabilità in loro favore che altre persone di trovare qualche novità utile nell' arte, o curiosa od interessante nella scienza. Pochissime sono le grandi scoperte fatte dal caso o da persone ignoranti, molto più poche di quello che generalmente si crede. Si dice comunemente della macchina a vapore, che essendo un neghittoso ragazzo impiegato a turare ed aprire un'animella, vide che si poteva risparmiare quell' incomodo, fermando un turacciolo sopra una parte della macchina, che in conseguenza del movimento generale, veniva a quel luogo al tempo voluto. Questo è possibile senza dubbio, quantunque non si sappia nulla di certo rispetto alla origine del racconto; ma i perfezionamenti di qualche importanza si trovano assai di rado così facilmente, e non sarebbe agevol cosa indicare un' altra valevole scoperta così meramente accidentale. Sono generalmente fatte da persone che hanno cognizioni competenti, e che studiano a cercarle. I miglioramenti recati da Wath alla macchina a vapore risultarono dalle più dotte investigazioni di verità matematiche, meccaniche, e chimiche. Arkwright dedicò molti anni, cinque almeno, alla invenzione del suo filatoio, ed era uomo perfettamente versato in tutto ciò che ha riguardo alla costruzione delle macchine. Aveva esaminato minutamente il tutto, e cono-

sceva gli effetti di ciascuna parte benchè non avesse ricevuto un'educazione scientifica. Se fosse stato educato nella scienza è assai probabile che gli saremmo obbligati per iscoperte scientifiche non meno che per perfezionamenti pratici La più bella e più utile invenzione di questi ultimi tempi, *La lampada di sicurezza*, fu ricompensa di una serie di sperimenti filosofici fatti da uno che era peritissimo in ogni ramo della scienza chimica. Il nuovo processo di raffinar lo zucchero, col quale si è guadagnato in minor tempo e con minor rischio e fatica più danaro che non siasi tratto mai da verun' altra invenzione, fu scoperto da un chimico profondissimo, e fu frutto di un lungo corso di sperimenti, nel progresso dei quali egli applicò sempre dei principii filosofici conosciuti, e ne verificò uno o due di nuovi. Ma per quanto il caso abbia parte alle scoperte, è sicuramente da desiderarsi che coloro i quali sono costantemente occupati in impieghi particolari ne acquistino la dovuta conoscenza, perchè essi possono assai più facilmente che altri, applicare quella conoscenza in modo di cogliere delle idee nuove ed utili: eglino sono sempre presenti a scorgere i difetti ed i vizii dei metodi vecchi; ed è più probabile che v' introducano dei perfezionamenti. Insomma, ad usare una comune espressione, eglino sono sulla strada della fortuna; e se hanno le cognizioni necessarie, la possono afferrare a primo incontro. Questo è dunque il *secondo* grande uso d'imparare le scienze: esse rendono l'uomo atto ad introdurre miglioramenti nelle arti, ed a fare delle scoperte nella filosofia, colle quali egli

può recare gran bene a se stesso, ed ai suoi simili.

3.° Questi sono i vantaggi pratici della scienza; ma il terzo benefizio, il piacere che si deriva dal mero sapere, nulla considerando i nostri proprii godimenti corporali, chi vi bada bene, è così pratico come gli altri due, e si applica a tutte le classi, alle oziose non meno che alle industriose, se a dir vero, non è peculiarmente applicabile a coloro che godono l'inestimabile vantaggio di avere del tempo a loro disposizione. Ogni uomo è dotato dalla natura della facoltà d'istruirsi; e l'inclinazione che ha allo studio non che la capacità di provarne piacere, forma parimente una parte della naturale costituzione della sua mente. Se non ne prova verun diletto, bisogna accagionarne lui stesso, ovvero la sua educazione. È grato sapere ciò che gli altri sanno, non essere più ignorante che non sono coloro coi quali viviamo: è grato sapere ciò che gli altri non sanno, essere più istrutti che essi non sono. Ma questo non ha che fare col puro piacere che si trae dal sapere, dalla gratificazione d'una curiosità infusa in noi dalla Provvidenza, per condurci a meglio conoscere l'universo, e la natura nostra propria. Bastano alcune poche semplici considerazioni a manifestare che tutti gli uomini sono capaci di provar piacere nell'estensione delle loro cognizioni in fatto di scienza.

Riflettete come una gran parte della lettura, anche di persone ignoranti d'ogni scienza, ha relazione a materie interamente disgiunte da qualunque interesse o vantaggio che se ne possa

ricavare. Ognuno ama leggere una novella: i romanzi storici divertono alcuni, e quelli di cavalleria e di fate piacciono ad altri. Ma questa lettura non reca altro bene che quello scorrevole divertimento: si gratifica l'immaginazione; e noi spendiamo volentieri e tempo e danaro a gratificar l'immaginazione, piuttosto che riposarci dopo la fatica, od abbandonarci a qualche altro godimento corporale. Così leggiamo una gazzetta, non perchè speriamo di trarre qualche vantaggio delle notizie che contiene, ma perchè ci piace e diverte sapere ciò che passa nel mondo. Un oggetto che abbiamo nel leggerla è sicuramente d'informarci degli affari che riguardano la prosperità della nostra patria, ma leggiamo anche le occorrenze che non hanno relazione agli affari pubblici, e le leggiamo con piacere.* Questo è certo; e prova chiaramente che v'è un positivo godimento nell'imparare ciò che non si sapeva prima: e questo godimento è accresciuto d'assai quando la cosa imparata è tale da eccitare la nostra sorpresa, maraviglia, od ammirazione. I più degli uomini che son vaghi di leggere racconti di spettri, benchè sappiano che non sono veri, e sentano d'essere eglino stessi estremamente sciocchi durante tutto quel tempo,

* Gli accidenti, le avventure, gli aneddoti e delitti, ed una varietà d'altre cose ci divertono, indipendentemente delle notizie relative agli affari pubblici, nei quali prendiamo interesse come cittadini dello Stato, o come membri d'un corpo particolare. Importa poco l'investigare come, e perchè queste cose eccitano la nostra curiosità, e ci sono quindi di piacevole lettura.

sono meramente intrattenuti, o piuttosto occupati delle forti emozioni d'orrore eccitate da momentanea credenza, perocchè non può durare che un istante. Sì fatta lettura è un vergognoso scialacquamento di tempo prezioso, ed ha perfino un cattivo effetto sopra i sentimenti ed il giudizio.* Ma i racconti veri de' delitti orribili, come gli assassinii, e di lamentevoli disgrazie, come i naufragi, non sono molto più istruttivi. Può essere meglio leggere questi che sedersi sbadigliando nell'ozio. Molto meglio che abbandonarsi alle beverie ed al giuoco, che portati al menomo eccesso sono delitti in se stessi, e fecondi progenitori di molti altri. Ma questo è quasi quanto si può dire in favore di sì vana ed inutile lettura.

Se è un piacere soddisfare la propria curiosità, sapere ciò che ignoravamo prima, e risvegliare i nostri sentimenti di maraviglia, che puro diletto di questo stessissimo genere non presenta la scienza naturale a coloro che la coltivano! Richiamate alla vostra mente alcune delle straordinarie scoperte della filosofia meccanica. Quanto meravigliose sono le leggi che regolano il moto de' fluidi! V' è egli alcuna cosa in tutti gli oziosi libri di novelle e di orrori, la quale

* I libri ad uso de' fanciulli sono sempre stati composti sul pernicioso principio d' eccitare maraviglia, ed orrore a qualunque costo. Sarebbe difficile stimare la follia e la miseria cagionate da questo errore. Verrà forse il tempo in cui saranno sentite ed intese. Gl' inveterati abiti dei parenti, e delle balie impediscono ancora i ragazzi di trar profitto dalle eccellenti lezioni del signor Barbauld, e di miss Edgeworth.

sia più veramente sorprendente del fatto, che poche libbre d' acqua colla sola pressione, e senza macchina di sorta, purchè siano solamente poste in un particolar modo, possono produrre una forza irresistibile? Che cosa può essere più singolare di questo, che un' oncia contrabbilancia delle centinaie di libbre, colla sola intervenzione d' alcune poche e sottili barre di ferro? Osservate le straordinarie verità che palesa la scienza ottica. V' ha egli niente che possa sorprenderci più che il trovare che il bianco è una mistura di tutti gli altri colori? che il rosso, turchino, verde, e tutti gli altri colori, purchè soltanto siano mischiati insieme in certe proporzioni, formano ciò che noi avremmo piuttosto creduto essere nessun colore, che tutti i colori congiunti insieme? La chimica non la cede alle altre scienze nelle sue maraviglie. Che il diamante sia fatto dei medesimi materiali che il carbone, che l' acqua sia principalmente composta d' una sostanza infiammabile, che gli acidi siano per lo più formati di differenti specie d' aria, e che uno di quegli acidi, la cui forza può dissolvere quasi ogni metallo, sia composto degli stessissimi ingredienti dei quali si compone l' aria che noi respiriamo; che i sali siano di una natura metallica, e composti, in gran parte, di metalli, fluidi come il mercurio, ma più leggieri che l' acqua, e che, senza essere riscaldati, prendono fuoco tosto che vengono esposti all' aria, e formano, bruciandosi, la sostanza così abbondante nel salnitro, e nelle ceneri del legno: queste sono cose sicuramente da eccitare la maraviglia d' ogni mente riflessiva, anzi d' ogni mente ap-

pena accostumata a riflettere. Eppure queste non sono che bagatelle quando si vengono a paragonare coi prodigi che l' astronomia apre alla nostra vista, colle masse enormi dei corpi celesti, le loro immense distanze, il loro infinito numero, ed i loro moti, la cui velocità supera i più grandi sforzi dell' immaginazione.

Affine a questo piacere di contemplar verità nuove e straordinarie è la gratificazione d' una più dotta curiosità, rintracciando rassomiglianze e relazioni fra cose che sembrano comunemente assai diverse. La scienza matematica, a chi è vago di meditare, fornisce questo piacere al pari di qualunque altra. Piace sapere che i tre angoli di ogni triangolo, quale che siasi la sua grandezza e l' inclinazione de' suoi lati l' uno sull' altro, presi insieme, vengono sempre a formare la stessa somma; che ogni qualunque specie di figura regolare descritta sopra un lato d' un triangolo rettangolo, è uguale alle due figure della medesima specie descritte sopra gli altri due lati. Qualunque sia la grandezza ed il triangolo; che le proprietà d' una curva ovale sono estremamente simili a quelle d' una curva che le rassomiglia meno di qualunque altra, e che consiste di due rami estesi all' infinito, e rovesciati l' uno contro l' altro. A dir vero il rintracciare di simili inaspettate rassomiglianze, è l' oggetto d' ogni filosofia; e la scienza sperimentale in particolare è occupata d' investigazioni di questo genere, dandoci delle viste generali, e conducendoci a spiegare le apparenze della natura, cioè a mostrare come un' apparenza è connessa con un' altra. Ma noi stiamo solo considerando il piacere che si ricava da queste cose.

Per esempio, reca sicuramente soddisfazione sapere che la stessa cosa, o moto o checchè siasi, la quale cagiona la sensazione del calore, cagiona pure la fluidità, ed espande i corpi per ogni verso; che l' elettricità, la luce che si vede sulla schiena d' un gatto leggiermente fregata in una fredda sera, è la stessissima materia che il baleno delle nuvole; che le piante respirano come noi, ma differentemente di giorno e di notte; che l' aria la quale si brucia nelle nostre lampade fa salire in alto un pallone, e porta per aria i globetti della polvere delle piante, così contribuendo alla continuazione della loro specie, ed è in somma la causa immediata della vegetazione. Nulla può a prima vista parere meno simile o meno apparentemente prodotto dalla stessa causa che la fiamma ed il fiato; la ruggine dei metalli e la fiamma; un acido e la ruggine; l' influenza d' una pianta sopra l' aria in cui cresce di notte, e d' un animale sopra la stess' aria in qualunque tempo, ed anche d' un corpo che s' abbruci in quell' aria: e pure tutte queste cose sono una medesima operazione. È un fatto da non potersi mettere in dubbio, che la stessa cosa la quale fa bruciare il fuoco produce la ruggine dei metalli, forma gli acidi e dà alle piante ed agli animali la facoltà di respirare; che queste operazioni così differenti agli occhi d' un osservatore comune, esaminate coi lumi della scienza, sono le stesse: l' irrugginire dei metalli, la formazione degli acidi, il bruciare dei corpi infiammabili, la respirazione degli animali, ed il crescere delle piante in tempo di notte, sapere tutto questo è un positivo piacere. Non è egli

piacevole trovare la medesima sostanza in varie situazioni estremamente differenti l' una dall' altra; trovare che l' aria fissa è il prodotto della fiamma, della respirazione, e della vegetazione; trovare ch' è quell' umido vapore che si soffoca nelle mine, quella pestilenziosa esalazione della grotta di Napoli, causa di morte se si trascurano i tini nei quali si fa la birra, e dello spiritoso ed acido del Seltzer e d'altre sorgenti minerali? Nulla può essere meno somigliante che l' azione d'una delle vecchie macchine a vapore, e l' aggrupparsi d' una mosca sulla finestra. Nulladimeno si trova che queste due operazioni s' eseguiscono cogli stessi mezzi, cioè col peso dell' atmosfera, e che il cavallo marino s' arrampica pei colli di ghiaccio nello stesso modo. Che cosa può essere più strana a contemplarsi? Avete mai trovato niente nei libri di fate e di streghe che vi paresse più degno d'arrestare la vostra attenzione e d'occupare e gratificare la vostra mente, che questa inaspettatissima rassomiglianza fra cose così diverse allo sguardo d' un osservatore comune? Quale occupazione può essere più piacevole che quella di osservare scoperto e nudo innanzi a noi lo stesso strumento e processo di cui la natura si serve nelle sue operazioni? Noi alziamo quindi gli occhi a considerare la costruzione dei cieli, e ci dilettiamo di nuovo a rintracciare altre rassomiglianze accuratissime, ma ancor più inaspettate. Non è egli sommamente interessante trovare che la forza la quale tiene la terra nella sua figura e nel suo sentiero, mentre ruota intorno al suo asse e gira intorno al sole, si estende sopra tutti gli altri mondi che compongono l'uni-

verso, e dà a ciascuno il suo proprio posto, e moto? che questa stessa forza tiene la luna nel suo sentiero intorno alla nostra terra, e la nostra terra nel suo sentiero intorno al sole, e ciascun pianeta nel suo sentiero; che la stessa forza produce il flusso e riflusso del mare sul nostro globo, e la forma particolare del nostro globo medesimo; e che infine non è che la stessa forza la quale fa cadere una pietra in terra? Imparando queste cose, e riflettendovi sopra, noi occupiamo le nostre facoltà intellettuali, riempiamo la nostra mente, e ci procacciamo un piacere non meno certo che puro.

Ma se piace conoscere le dottrine sviluppate dalla scienza, non è meno gradevole saper il processo col quale sono investigate e provate incontrastabili. Non si può dire invero, che uno le abbia imparate, e che le conosca, se non le ha studiate in modo di scorgere in che modo si dimostra che sono vere. Senza di questo non si può aspettare di ritenerle a mente lungo tempo, o d' intenderle accuratamente; e questo dovrebbe bastare a farci esaminare minutamente i principii sopra i quali sono appoggiati. Ma il più gran piacere di tutti sta precisamente nel conoscere bene quei principii per esser persuasi che la nostra credenza in quelle dottrine è ben fondata. Così, il seguire una dimostrazione d' una grande verità matematica; vedere quanto chiaramente, ed inevitabilmente un grado sorge dall' altro, e come tutti i gradi congiunti insieme conducono a quella conclusione; osservare con quanta certezza ed infallibilità il ragionamento procede innanzi da cose perfettamente evidenti,

e per mezzo d' una picciolissima aggiunta a ciascun grado, ognuno di essi levandosi da quello che lo precede colla medesima certezza ed evidenza del primo, e nondimeno avere per risultati qualche cosa non solamente lontana dall' essere evidente, ma così generale e strana da potersi appena credere vera, e da non potersene convincere che riandando tutto il ragionamento; a coloro che sono accostumati a questa operazione dell' intelletto, non manca mai di porgere un diletto grandissimo. La contemplazione di ricerche sperimentali, e l' esaminazione dei ragionamenti fondati sui fatti scoperti dai nostri sperimenti ed osservazioni, è un' altra feconda sorgente di godimento, e non si potrebbe divisare un miglior mezzo d' imprimere quei risultati nella nostra mente, o di meglio godere i piaceri della scienza. Coloro che in sul principio trovarono arido e noioso lo studio di qualche ramo di scienza, vi si sono generalmente sentiti interessati a misura che andavano innanzi; ogni difficoltà superata rende lo studio più attraente, e ci fa sentire, per modo di dire, che colla nostra opera e lavoro ci siamo quasi stabilito un diritto di proprietà in quella scienza. L' uomo che passa una sera nell' ozio, o leggendo qualche novella, paragoni lo stato della sua mente quando va a letto, o l' indomani quando si leva, con quello che sente un altro giorno dopo d' aver passate alcune ore a riandare coi fatti e col ragionamento le prove di qualche grande dottrina della scienza naturale, imparando delle verità che gli sono totalmente nuove ed investigando diligentemente i principii sopra i quali quelle verità

sono fondate, al punto d' essere non solamente informato di quelle dottrine, ma anche capace di mostrare perchè le crede, e di provare altrui che sono vere; troverà in se stesso tutta la differenza che può aver luogo nello stesso essere, la differenza fra lo riandare un tempo scialacquato senza profitto, ed un tempo usato ad istruirsi; in un caso egli si sentirà distratto e malcontento, nell' altro contento e felice. Nel primo caso se non si sente umiliato innanzi a se stesso, non si sarà almeno acquistato alcun dritto al suo proprio rispetto; nel secondo, godrà superbo nella sua coscienza d' avere co' suoi proprii sforzi fatto se stesso una più savia, e quindi più nobile creatura.

Fra le più dignitose e più felici occupazioni dell' uomo si è sempre annoverato il tempo impiegato a studiare le scienze, ad imparare ciò che gli altri hanno scoperto, e ad estendere i limiti dell' umano sapere; ed il nome di filosofo, od amante della sapienza, è quello che si dà a coloro che menano questo genere di vita. Ma non è niente affatto necessario che un uomo non faccia altro che studiare delle verità conosciute, e esplorarne delle nuove, per guadagnarsi questo alto titolo. Alcuni dei più grandi filosofi, in tutti i tempi, sono stati impiegati nelle occupazioni della vita attiva; e l'attendere assiduamente colla maggior parte del nostro tempo al lavoro voluto dalla nostra condizione, è un dovere importante, ed indica la possessione della sapienza pratica. Questo però non c' impedisce di dedicare il resto del nostro tempo allo studio della scienza; e colui che, qualunque sia il suo stato, passa il

giorno a lavorare, e la sera ad istruirsi, è grandemente meritevole del nome di vero filosofo al pari di quegli che vivendo in agio preferisce i più puri e più nobili piaceri del sapere alla bassa gratificazione dei sensi.

Uno dei più grandi spettacoli che la scienza ci presenta, si è la conoscenza delle straordinarie facoltà della mente umana. Nessuno che non abbia studiata la filosofia può avere una giusta idea delle grandi cose a cui la Provvidenza ha acconciato il suo intelletto; della sproporzione straordinaria che v' è fra la sua forza naturale e le facoltà della sua mente e la forza che da quelle deriva. Quando ci poniamo ad osservare le verità maravigliose dell'astronomia, noi ci perdiamo prima nel sentimento dell'immensità dello spazio, e della comparativa insignificanza di questo globo e de' suoi abitanti. Ma sorge presto un senso di piacere e di nuova maraviglia nel vedere come una creatura tanto insignificante ha saputo giungere ad una siffatta conoscenza dell' immenso sistema dell'universo penetrare, per così dire, nello spazio, e rendersi famigliari le leggi della natura a distanze così enormi da non potersele immaginare; trovare non solamente che il Sole ha 329,630 volte la quantità della materia del nostro globo, Giove 308 9/10, e Saturno 93 1/2 volte; ma che una libbra di piombo pesa nel sole 22 lib. 15 onc. 16 dram. 8 gr. 3/4 d' un grano! in Giove 2 lib. 1 onc. 19 dr. 1 gr. 20/43; ed in Saturno 1 lib. 3 onc. 8 dr. 20 gr. 1/11 parte d' un grano! E ciò che fa ancor più maraviglia, scoprire le leggi secondo le quali il tutto di questo vasto sistema è tenuto insieme e conservato per secoli innume-

revoli in perfetta sicurezza ed ordine. Non è certamente una piccola ricompensa del nostro lavoro il venir a conoscere i prodigiosi ingegni di coloro che hanno elevata la natura dell'uomo quasi sopra la sua sfera, quando alzandoci nella compagnia di quelle più alte menti, noi scopriamo come avvenga, che per consenso universale essi occupano un posto separato al di sopra di tutti i grandi maestri dell' uman genere, e sono nominati con reverenza, come se *Newton* e *La Place* non fossero nomi d' uomini mortali.

Ci resta ad accennare il più alto dei nostri piaceri nelle contemplazioni della scienza; esse c' innalzano all' intelligenza dell' infinita saviezza e bontà che il Creatore spiegò nelle sue opere. Non possiamo avanzare un passo da nessuna parte senza scorgere i più straordinarii segni di divisamento; e la perizia ovunque cospicua, in sì vasta proporzione d' esempi, è sì chiaramente intesa a promuovere la felicità delle creature viventi, e specialmente quella della nostra specie, che noi non possiamo esitare neppur un momento a conchiudere, che se conoscessimo tutto il disegno della Provvidenza, troveremmo che ciascuna sua parte è in armonia colle viste d' un' assoluta benevolenza. Però, indipendentemente di questa consolantissima inferenza, si prova un diletto inesprimibile nel poter quasi seguire coi nostri occhi le opere maravigliose del Grande Architetto della natura, ed osservare l' infinito potere e squisita maestria delle più minute non meno che delle più enormi parti del suo sistema. Il piacere che si ricava da questo studio è continuo, e così vario, che non sazia mai; ma è dissimile dalle

basse gratificazioni del senso in un altro rispetto: mentre quelle danneggiano la salute, avviliscono l' intelletto, e corrompono il cuore; questo eleva ed affina la nostra natura, insegnandoci a considerare gli oggetti terrestri come insignificanti ed indegni della nostra attenzione, eccetto lo studio della sapienza, e la coltivazione della virtù; e dando una dignità ed importanza al godimento della vita, che la gente frivola e viziosa non può neppure comprendere.

Concludiamo adunque che i piaceri della scienza vanno del pari coi solidi vantaggi che se ne derivano; che tendono, diversi in ciò dagli altri, non solamente a rendere la nostra vita più dolce, ma anche migliore; e che un essere ragionevole è obbligato da ogni motivo d' interesse e di dovere, di dirigere la sua mente agli studi che lo conducono immancabilmente ad un vivere virtuoso e felice.

V. BOTTO Rev. Arciv.

Si stampi:
BESSONE per la G. Cancelleria.